

Aus dem Institut für Lebensmittelhygiene, Fleischhygiene
und -technologie
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Vergleichende Untersuchungen handelsüblicher Thermometer
und ihrer Anwendbarkeit in der Temperaturüberwachung nach
den Vorschriften im Fleischhygienerecht sowie Ermittlung
eines geeigneten Temperaturmeßpunktes bei Schlachtrindern
und -schweinen unter Praxisbedingungen

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der Freien Universität Berlin

Vorgelegt von
Wolfgang Simmon
Tierarzt aus Magdeburg
Berlin 1976

Journal - Nr. 891



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41533901_0005

Aus dem Institut für Lebensmittelhygiene, Fleischhygiene
und -technologie
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Vergleichende Untersuchungen handelsüblicher Thermometer
und ihrer Anwendbarkeit in der Temperaturüberwachung nach
den Vorschriften im Fleischhygienerecht sowie Ermittlung
eines geeigneten Temperaturmeßpunktes bei Schlachtrindern
und -schweinen unter Praxisbedingungen

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der Freien Universität Berlin

Vorgelegt von
Wolfgang Simmon
Tierarzt aus Magdeburg
Berlin 1976

Journal - Nr. 891

Gedruckt mit Genehmigung
des Fachbereiches Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Vorsitzender des FBR : Prof. Dr. H.-H. Frey
Referent: Prof. Dr. N. Retzlaff
Korreferent : Prof. Dr. H. Krzywanek



Tag der Promotion : 28. September 1976

" H a t s c h i "

alias

BERNHARD ROSENMÖLLER

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I EINLEITUNG	1
II GESETZLICHE GRUNDLAGEN	3
III LITERATUR UND DEFINITIONEN	
A Allgemeines über die Frischhaltung von Fleisch	6
B Kühlmethoden	11
C Temperaturmeßinstrumente zur Überwachung nach den gesetzlichen Temperaturvorschriften	15
IV EIGENE UNTERSUCHUNGEN	
A Vergleichende Untersuchung im Handel erhältlicher Thermometer	
a) Material	20
b) Versuchsanordnung	23
c) Ergebnisse und ihre Besprechung	32

	Seite
B Messung des Temperaturverlaufs im Schlachttierkörper	
a) Material und Versuchsanordnung	47
b) Betriebliche Verhältnisse an den einzelnen Schlachthöfen, Meßergebnisse und ihre Besprechung	
1.) Schlachthof A	50
2.) Schlachthof B	57
3.) Schlachthof C	61
c) Besprechung aller Ergebnisse	70
 V DISKUSSION	 73
 VI ZUSAMMENFASSUNG / SUMMARY	 79
 VII LITERATURVERZEICHNIS	 81

I EINLEITUNG

In der Fleischhygienegesetzgebung wird gefordert, daß Schlachttierkörper, die für den innergemeinschaftlichen Handelsverkehr bestimmt sind (Gesetz zur Durchführung der Richtlinie des Rates der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft zur Regelung gesundheitlicher Fragen beim innergemeinschaftlichen Handelsverkehr mit frischem Fleisch (Durchführungsgesetz EWG-Richtlinie Frisches Fleisch - FrFlG) vom 2. März 1974), nach der Fleischuntersuchung auf eine Innentemperatur von $+7^{\circ}\text{C}$ gekühlt werden müssen. Das gleiche gilt auch für frisches Fleisch, das aus nicht der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft (EG) angehörenden Ländern in die Bundesrepublik Deutschland (BRD) importiert wird (Verordnung über hygienische Mindestanforderungen an Fleisch, das für die Bundesrepublik Deutschland bestimmt ist (Mindestanforderungen-Verordnung - MindV) vom 11. Nov. 1974)

Ferner wird in beiden Gesetzen gefordert, daß diese Temperatur während der Lagerung, während des Transportes und während der Zerlegung zu keinem Zeitpunkt überschritten werden darf.

Auch in der Verordnung (EWG) Nr. 1751/75 der Kommission vom 8. Juli 1975 ist die Temperatur von $+7^{\circ}\text{C}$ als Höchsttemperatur festgelegt. Darüberhinaus wurde in dieser Verordnung bisher gefordert, daß das Fleisch mindestens 36 Stunden lang gekühlt werden muß. Diese Zeitspanne wur-

de durch die Verordnung (EWG) Nr. 3083/75 der Kommission vom 27. Nov. 1975 auf 24 Stunden gekürzt.

Sinngemäß gelten die Temperaturvorschriften auch für den Transport, für die Lagerung und für die Zerlegung von Freibankfleisch (Verordnung über bedingt taugliches und minderwertiges Fleisch (Freibankfleisch-Verordnung - FFlV) vom 30. Juli 1970).

Eine Angabe, wo diese Temperatur zu messen ist, fehlt in den Gesetzen. Dagegen ist für die pH-Wert-Messung ein solcher Punkt genau angegeben (MindV vom 11. Nov. 1974, Anlage 1 Kapitel II Abschnitt 4, 5.).

Darüberhinaus fehlen Angaben über die für diese Temperatur-Messungen geeigneten Thermometer.

Es wurde daher die Aufgabe gestellt, im Handel befindliche Thermometer vergleichend gegenüberzustellen, sie auf ihre Richtigkeit und Genauigkeit zu überprüfen und einen geeigneten Meßpunkt für die Ermittlung der Innentemperatur von Schlachttierkörpern festzulegen.

II GESETZLICHE GRUNDLAGEN

Die in der Fleischhygienegesetzgebung geforderten Höchsttemperaturen, die nach der Schlachtung bei der Lagerung, beim Transport und bei der Zerlegung von Fleisch nicht überschritten werden dürfen, werden in der Hauptsache in den nachstehend genannten Gesetzen bzw. in den dazu erlassenen Verordnungen vorge-schrieben:

- 1.) Gesetz zur Durchführung der Richtlinie des Rates der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft zur Regelung gesundheitlicher Fragen beim innergemeinschaftlichen Handelsverkehr mit frischem Fleisch (Durchführungs-gesetz EWG-Richtlinie Frisches Fleisch - FrFlG) vom 2. März 1974.

Anlage Abschnitt 3, 8: "Die Innentemperatur darf ... während der gesamten Dauer der Zerlegung und Entbeinung sowie bei der ... Umhüllung und Verpackung +7°C nicht überschreiten."

Anlage Abschnitt 8, 5: "Außer im Falle der Warmzerlegung ... muß das Fleisch bei der Zerlegung eine Innentemperatur von höchstens +7°C besitzen."

Anlage Abschnitt 13: "Frisches Fleisch ist nach der Fleischuntersuchung sofort zu kühlen; die Innentemperatur der Tierkörper und Tierkörperteile darf +7°C ... niemals übersteigen."

Anlage Abschnitt 14, 1: "Frisches Fleisch muß in ver-

plombten Transportmitteln befördert werden, die so gebaut und ausgestattet sind, daß die in Abschnitt 13 vorgesehenen Temperaturen während der Beförderung nicht überschritten werden."

2.) Verordnung über hygienische Mindestanforderungen an Fleisch, das für die Bundesrepublik Deutschland bestimmt ist (Mindestanforderungen-Verordnung - MindV) vom 11. Nov. 1974.

Anlage 1 Kapitel II Abschnitt 4, 5.: "Beim Lagern, Zerlegen und Entbeinen sowie bei dem Verpacken darf die Innentemperatur des frischen Fleisches $+7^{\circ}\text{C}$... niemals übersteigen."

3.) Verordnung (EWG) Nr. 3083/75 der Kommission vom 27. Nov. 1975.

Artikel 1, 4.: "Die in Absatz 1 genannten Erzeugnisse müssen unmittelbar nach der Schlachtung während mindestens 24 Stunden so kühl gehalten werden, daß sie nach Ablauf dieser Kühlzeit eine Innentemperatur erreichen, die $+7^{\circ}\text{C}$ nicht überschreitet. Diese Temperatur muß bis zum Augenblick der Übernahme beibehalten werden."

4.) Verordnung über bedingt taugliches und minderwertiges Fleisch (Freibankfleisch-Verordnung - FF1V) vom 30. Juli 1970.

Erster Abschnitt § 1 (1): "Zum Genuß für Menschen bestimmtes bedingt taugliches und minderwertiges Fleisch

ist nach der Fleischuntersuchung alsbald so zu kühlen und zu lagern, daß die Innentemperatur der Tierkörper und Tierkörperteile $+7^{\circ}\text{C}$... nicht übersteigt." (DUTSCHKE, 1975; RASCHKE, 1976)

III LITERATUR UND DEFINITIONEN

A Allgemeines über die Frischhaltung von Fleisch

In den letzten Jahrzehnten ist der Verbrauch an tierischem Eiweiß in Form von Fleisch und Fleischwaren stetig angestiegen (RETZLAFF, 1967). Er betrug 1973/74 pro Kopf der Bevölkerung der BRD 78,8 kg und 1974/75 82,5 kg (NN, 1976).

Es ist anzunehmen, daß er aufgrund ernährungsphysiologischer Erkenntnisse in der Zukunft noch weiter ansteigen wird und daß auch in den Ländern der "Dritten Welt" große Anstrengungen zu unternehmen sein werden, um die Versorgung mit tierischem Eiweiß durch vermehrte Fleischproduktion sicherzustellen.

Um den großen Bedarf der Bevölkerung an frischem Fleisch trotz nicht vorhersehbaren, wechselnden Schlachttieraufkommens befriedigen zu können, muß Fleisch auf Vorrat gehalten werden, sodaß es jederzeit als Marktangebot ausreichend zur Verfügung steht (BARTELS et al., 1972). Es muß also gelagert werden.

Ferner wird Fleisch aus den Erzeugergebieten im In- und Ausland über mehr oder weniger weite Strecken in die Ballungsgebiete der Großstädte transportiert.

Schließlich werden die Tierkörper zerlegt und verkauft.

Während früher das Fleisch "in der Nachbarschaft" des Verbrauchers gewonnen wurde, sind heute durch die Möglichkeit der "Totvermarktung" und nach Öffnung des Handels

im Rahmen der EG die zeitlichen und räumlichen Entfernungen zwischen Erzeugung und Verbrauch erheblich größer geworden.

Fleisch, eines der "empfindlichsten" Lebensmittel (WIRTH et al., 1975), verdirbt jedoch relativ rasch. Es ist eine ganz strikte Einhaltung der Fleischhygiene sowie lückenloses Aufrechterhalten einer "Kühlkette" von der Schlachtung bis zum Verbraucher notwendig, um das Fleisch als wertvolles Lebensmittel zu erhalten (LERCHE et al., 1957).

Wie groß die Verderbnisgefahr des Fleisches ist, machen die Untersuchungen von BENKEN (1962) und BARTELS (1975) deutlich. Im Gegensatz zu HONIKEL (1975), der schlachtwarmes Fleisch für praktisch keimfrei hält, stellten sie fest, daß bereits zum Zeitpunkt der Schlachtung jeder Tierkörper unter physiologischen Bedingungen ein breites Spektrum von Mikroorganismen aufweist, das durch den Schlachtvorgang, durch Ver- und Entladen sowie beim Zerlegen und Verkaufen durch die Berührung mit den Händen und mit Werkzeug noch erheblich verbreitert wird.

Die gleichen Feststellungen machten eine Reihe weiterer Autoren, die an Fleisch, das bereits abgabebereit für den Verbraucher war, Keimwachstum nachwiesen.

So schrieben einerseits OSTERTAG und SCHÖNBERG (1955) über die erwünschten Aromabakterien, die dem Fleisch einen fruchtigen Geruch geben.

Andererseits fand ELMOSSALAMI (1957) die Verderbnis her-

vorrufenden Keime *Pseudomonas*, *Escherichia intermedium*, *Escherichia coli*, *Proteus*, Flavobakterien sowie Schimmelpilze und Hefen.

Zu ähnlichen Untersuchungsergebnissen kamen auch BENKEN (1962) und LUDWIG (1964).

JOHNE (1961) und THEILE (1970) fanden Salmonellen und WEYHE und BENNDORF (1970) isolierten das *Aujeszky-Virus* aus frischem Fleisch.

SCHÖNBERG (1959) und REUTER (1972) bezeichneten übereinstimmend die *Pseudomonas*-Keime als hauptsächliche Vertreter der Fleischverderber. Sie verursachen nach REUTER (1972) jedoch keine gesundheitlichen Schäden, sondern bewirken Schleimbildung sowie Geruchs- und Geschmacksabweichungen.

JAHNKE (1974) berichtete, daß peinlich genaue Beachtung der Hygiene großen Einfluß auf die Geringhaltung des Anfangskeimgehaltes hat und damit das Risiko der Verderbnis mindert.

Aus der Mikrobiologie ist bekannt, daß die Fortpflanzungsgeschwindigkeit und Aktivität von Bakterien abhängen von der Zeit, der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit (ROLLE und MAYR, 1966). Das heißt, daß hohe Temperaturen und hohe Luftfeuchtigkeit bei einer langen Lagerungsdauer Wachstum und Vermehrung der Bakterien in und auf dem Fleisch begünstigen.

LIBBY (1975) sieht in der Kälteanwendung die einzige

Art, Fleisch ohne Veränderung der Substanz vor Verderb zu schützen. Es wird eine längere Haltbarkeit von Fleisch und Fleischwaren erreicht, weil mikrobielle und biochemische Veränderungen verringert werden.

Nach hygienischen Gesichtspunkten wäre es theoretisch sinnvoll, Fleisch bei niedrigen Temperaturen und bei niedriger Luftfeuchtigkeit auszukühlen und sofort zu verkaufen. Dies ist jedoch aus markttechnischen und ökonomischen Gründen nicht möglich.

Ein wesentlicher Grund liegt darin, daß bei niedriger Luftfeuchtigkeit dem erschlachteten Fleisch während der Auskühlzeit zu viel Wasser entzogen wird. Hierdurch treten Gewichtsverluste auf, die TÄNDLER (1973) mit etwa 2,6%, SCHEFFER (1972) sogar mit bis zu 5% bezifferte.

Keimwachstum und -vermehrung in und auf dem Fleisch lassen sich zwar weitgehend ausschalten, wenn zur Konservierung sehr bald Temperaturen weit unter dem Gefrierpunkt angewandt werden (SINELL u. SHAMMAA, 1963; NIEDER-EHE, 1967). Dies würde aber bedeuten, daß dem Konsumenten von Fleisch in der Hauptsache Gefrierfleisch angeboten wird. Trotz des Ansteigens des Gefrierfleischverbrauchs wird aber "frisches", nicht gefrorenes Fleisch auch in Zukunft benötigt (SCHÖNBERG, 1960).

Hinzukommt, daß Fleisch, namentlich Rindfleisch, zur Erzielung eines gewissen Zartheitsgrades eine bestimmte Zeit benötigt, um zu "reifen" (LAWRIE, 1970). Der

gleichen Ansicht sind BAILEY (1972), INGRAM (1973), SENCZEK (1973) und TÄNDLER (1973).

Bei der Reifung spielen enzymatische Prozesse eine wichtige Rolle. Die Mehrzahl der genannten Autoren gibt die Dauer einer solchen Reifungszeit bei Rindfleisch mit ein bis zwei Wochen an. Während dieser Zeit müssen Temperaturen herrschen, die über dem Gefrierpunkt liegen.

Um einerseits für die Reifung günstige Temperaturen, die also über dem Gefrierpunkt liegen müssen, zu gewährleisten, andererseits aber möglichst niedrige Temperaturen zur Abwendung der Verderbnis festzulegen, mußte eine Temperatur gefunden werden, die beide Gesichtspunkte berücksichtigt.

Es wurde daher von PAWLIK (1974) $+10^{\circ}\text{C}$ und von TÄNDLER (1975) $+4^{\circ}\text{C}$ als Höchsttemperatur im Kern von Schlachttierkörpern vorgeschlagen.

Das zur Zeit geltende Fleischhygienerecht verlangt aus allgemeinen bakteriologischen Gründen, insbesondere aus der Kenntnis der Vermehrung und Toxinbildung bei den mesophilen Keimarten (CHAUMET, 1975), daß bei der Lagerung, beim Transport und bei der Zerlegung von frischem Fleisch die Kerntemperatur von $+7^{\circ}\text{C}$ zu keinem Zeitpunkt überschritten werden darf (FrFlG, MindV, FFIV).

Diese Bestimmungen gelten allerdings nur im grenzüberschreitenden Verkehr mit frischem Fleisch sowie beim Freibankfleisch innerhalb der BRD. Dagegen fehlen ent-

sprechende Vorschriften in den Ausführungsbestimmungen A (AB. A) zum Fleischbeschaugesetz (HEINZ, 1975).

B Kühlmethoden

Die modernen Kühltechniken lassen es ohne weiteres zu, Kerntemperaturen von höchstens $+7^{\circ}\text{C}$ im Schlachttierkörper zu erreichen und bei der Lagerung, beim Transport und bei der Zerlegung zu halten.

Offensichtlich werden diese technischen Möglichkeiten aber nicht immer ausgeschöpft.

So konnte PAWLIK (1974) in einem Zerlegebetrieb feststellen, daß von 1500 Schinken nur 6 Stück die erforderliche Temperatur von $+7^{\circ}\text{C}$ aufwiesen. Die übrigen 1494 Schinken lagen zwischen $+8^{\circ}\text{C}$ und $+13^{\circ}\text{C}$.

Es wird hier deutlich, daß ökonomischen Gesichtspunkten anscheinend mehr Interesse geschenkt wird als hygienischen (BAILEY, 1972), denn die Kühlung erfordert großen Aufwand. Zudem können während der Kühlung die bereits erwähnten hohen Gewichtsverluste entstehen.

Es sollte aber im Interesse des Verbrauchers die Fleischhygiene nicht vernachlässigt werden (BARTELS, 1971).

So haben sich viele Autoren darum bemüht, Kühlmethoden zu entwickeln, die beiden Interessengebieten gerecht werden (KUPRIANOFF, 1952; WISMER-PEDERSEN und BRISKEY, 1961; EMBLIK, 1964; LANG, 1964, 1972; CLEMENT, 1967; HAMM, 1972).

Als Ergebnis ihrer Untersuchungen wird heute vielerorts

bei genau aufeinander abgestimmten Werten der Lufttemperatur, der Luftfeuchtigkeit und der Luftbewegung gekühlt.

Voraussetzung für diese Überlegungen war die Erforschung der physiologischen und physikalischen Faktoren, die bei der Auskühlung von Fleisch eine Rolle spielen.

Mit den physiologischen Eigenschaften von Fleisch befaßten sich neben anderen BOUTON et al. (1971), die eine Korrelation zwischen pH-Wert und Wasserbindungsvermögen feststellten. Nach Ansicht von KOSTAROPOULOS et al. (1975) beeinflussen das Wasserbindungsvermögen sowie der inter- und intramuskuläre Fettgehalt die Temperaturleitfähigkeit und damit die Auskühlzeit. Darüberhinaus sind die Dicke der Muskulatur und das subkutane Fettgewebe als wesentliche Faktoren zu nennen.

Als physikalische Faktoren, die die Auskühlzeit beeinflussen, stellte TAMM (1975) den Wärmeübergang an die kältere Luft (Konvektion) und die Verdunstung in den Vordergrund.

Zuvor hatte BAILEY (1972) außer Konvektion und Verdunstung auch die Strahlung als wesentlich angesehen. Durch die Regulierung der Raumtemperatur, der Luftfeuchtigkeit und der Luftbewegung können diese Arten der Wärmeabgabe zugunsten einer schnelleren, weniger verlustreichen Kühlung gesteuert werden.

Der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) verdeutlicht das

in der Richtlinie VDI 2656 Begriffliche Grundlagen zur Kälteanwendung bei Fleisch und Fleischwaren, in der die Begriffe Kühlen, Schnellkühlen und Schnellstkühlen definiert werden:

Bei Kälteverfahren ohne Veränderung des Aggregatzustandes des Wassers (des Gewebes) handelt es sich um Kühlung. Demnach wird bei Verfahren, bei denen die Temperatur des Fleisches oberhalb des Gefrierpunktes liegt, von Kühlen gesprochen. Zum Kühlen von Fleisch wird in der Regel zwangsläufig umgewälzte Luft verwandt.

Das Schnellkühlen ist ein Auskühlverfahren, bei dem die Temperatur des schlachtwarm in den Kühlraum eingebrachten Fleisches bei Kaltlufttemperaturen von 0°C und tiefer anfangs bei besonders starker Luftumwälzung und bei hoher relativer Luftfeuchtigkeit auf unter $+6^{\circ}\text{C}$ im Kern gebracht wird. Die Abkühlzeit beträgt im Regelfall bei Schweinehälften und Kleinvieh 8 bis 12 Stunden. Der Luftwechsel, das heißt die Luftumwälzung in m^3/h dividiert durch den Rauminhalt in m^3 , liegt je nach Raumabmessungen und Anordnung der Aufhängevorrichtungen (Rohrbahnen) üblicherweise anfangs zwischen 80 und 120, am Ende bei 40 bis 60 mal je Stunde.

Das Schnellstkühlen ist ein Abkühlverfahren, bei dem die Temperatur des schlachtwarm in den Kühlraum eingebrachten Fleisches bei einer Lufttemperatur von anfangs unter -6°C und starker Luftumwälzung unter Vermeidung des Gefrierens der Randschichten für die Dauer von höchstens 4 Stunden und weiterer Kühlung im selben oder

getrennten Raum bei etwa -2°C bis $+2^{\circ}\text{C}$ sehr schnell auf unter $+6^{\circ}\text{C}$ im Kern gebracht wird. Der Luftwechsel liegt dann bei 100 mal je Stunde und mehr (VDI 2656, 1967).

Es liegt unter anderem an den betrieblichen Verhältnissen der Schlachthöfe und an der Art des Fleisches (Reifung), welches Verfahren der Kühlung angewandt wird.

Die Angaben über die Auskühlzeiten weichen voneinander ab. Das zeigt dieses Beispiel: die VDI-Richtlinien geben für Schweinehälften und Kleinvieh die Zeit bis zum Erreichen einer Kerntemperatur von $+6^{\circ}\text{C}$ mit 8 bis 12 Stunden an, WIRTH et al. (1975) benötigen bei gleichen klimatischen Bedingungen und für die gleichen Tierkörper 12 bis 16 Stunden, um auf eine Kerntemperatur von $+4^{\circ}\text{C}$ zu kommen.

Über die Größe eines Kühlraumes werden weder in den VDI-Richtlinien noch in der Fleischhygienegesetzgebung klare Angaben gemacht. Es wird lediglich vorgeschrieben, daß Kühlräume in den Schlachtbetrieben "ausreichend groß" sein sollen (HEINZ, 1973). HAMM (1972) hält es für die Hauptvoraussetzung für eine vorschriftsmäßige Kühlung, daß die Kühlkapazität der Schlachtkapazität entspricht.

Die absolute Größe eines Kühlraumes sollte so klein wie möglich sein. So wird die Beschickung eines Raumes in relativ kurzer Zeit möglich. Dadurch wird die Gefahr gemindert, daß sich die Feuchtigkeit von den zuletzt

eingebrachten, noch schlachtwarmen Tierkörpern auf die bereits Stunden vorher eingebrachten und schon abgetrockneten niederschlägt (OSTERTAG u. SCHÖNBERG, 1955).

Die Tierkörper sollen in einem geeignet großen Raum so hängen, daß die Kaltluft die Oberfläche der Tierkörper allseitig umströmen kann. Ein zu nahes Beieinanderhängen oder gar Berühren infolge Raummangels beeinträchtigt die Kühlung und kann zu Oberflächenkeimwachstum führen (HAMM, 1972).

Nach DAUSER et al. (1968) und LANG (1970) rechnet man bei der Belegung eines Kühlraumes für Schweine, deren mittleres Schlachtgewicht 85-100 kg beträgt, bei einer Grundfläche von 110 m² mit 250-300 kg/m² oder 3-3,5 Schweinen pro m Rohrbahn. Bei Großvieh mit einem mittleren Schlachtgewicht von 280-300 kg und bei einer Grundfläche von 150 m² mit 400-450 kg/m² oder 1,5 Rindern pro m Rohrbahn.

C Temperaturmeßinstrumente zur Überwachung nach den gesetzlichen Temperaturvorschriften

Die Kühlung wird manchmal schon vor Erreichen der vorgeschriebenen Temperatur im Fleischinneren unterbrochen oder beendet, wonach die Temperatur möglicherweise wieder ansteigen kann.

Zum Schutz des Verbrauchers ist daher eine Überwachung nach den Temperaturvorschriften des Fleischhygienerechts notwendig. Das bedeutet, daß die Temperatur mit geeigneten Meßinstrumenten gemessen werden muß.

Die herkömmlichen Quecksilber-Glas-Thermometer können nicht benutzt werden, da die Abmessungen des Thermometers so groß sind, daß das Gewebe zu sehr geschädigt würde. Außerdem besteht die Gefahr, daß der Glasmantel im Fleisch bricht.

Die Industrie entwickelte Temperaturmeßgeräte, die diese Nachteile nicht aufweisen. Die seit einiger Zeit im Handel erhältlichen Thermometer arbeiten nach mechanisch-physikalischen oder nach elektro-physikalischen Prinzipien.

Von verschiedenen Autoren wurden gerade die nach dem letztgenannten Prinzip arbeitenden Geräte getestet und beschrieben (BRUIN, 1955; BUFE, 1970; HORNUNG, 1973; N.N., 1973; LEISTNER et al., 1975).

Der Verband der Deutschen Elektrotechniker (VDE) und der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) haben in gemeinsamen Richtlinien (1967) Grundsätzliches über Technische Temperaturmessungen niedergeschrieben, woraus hier auszugsweise zitiert wird:

1.) Flüssigkeits-Glasthermometer

Flüssigkeits-Glasthermometer sind Thermometer, bei denen die thermische Ausdehnung einer Flüssigkeit für die Temperaturmessung verwendet und die Temperatur aus dem Stand der Flüssigkeit in einer Glaskapillare ermittelt wird.

2.) Metallausdehnungsthermometer

Die Ausdehnung von Metallen und insbesondere die unterschiedliche Ausdehnung zweier Metalle kann zur Messung

von Temperaturen benutzt werden. Der Temperaturfühler besteht z. B. aus einem Rohr des Metalles mit großer Wärmeausdehnung, im Innern befindet sich dann ein Stab mit sehr kleiner Wärmeausdehnung. Die Ausdehnungsdifferenz wird auf ein Zeigerwerk übertragen.

3.) Thermoelement-Thermometer

Werden zwei Leiter aus unterschiedlichen Werkstoffen an den Enden miteinander verbunden, entsteht ein Thermopaar. In ihm entwickelt sich eine elektromotorische Kraft, Thermospannung oder Thermokraft genannt, wenn die zwei Verbindungsstellen (Meßstelle und Vergleichsstelle) verschiedenen Temperaturen ausgesetzt werden. Je nach dem Temperaturbereich, in dem gemessen werden soll, werden von der Industrie bestimmte Thermopaare zusammengestellt, deren Thermospannung, Fehlergrenzen und sonstigen physikalischen Eigenschaften und Daten den in DIN 43 710 festgesetzten Normen entsprechen müssen.

Übliche Thermopaare sind z. B. Eisen - Konstantan (Fe-Konst), Nickelchrom - Nickel (NiCr-Ni), Wismut - Silicium (Bi-Si), Kupfer - Konstantan (Cu-Konst) oder Platinrhodium - Platin (PtRh-Pt). Die Höhe der Thermospannung hängt von den Werkstoffen der beiden Leiter und vom Temperaturunterschied zwischen Meß- und Vergleichsstelle ab. Diese Thermospannung soll möglichst hohe Werte erreichen, weil dann das Thermoelement kleinste Temperaturschwankungen durch Änderung der relativ großen elektrischen Spannung deutlich anzeigt (HORNUNG, 1973).

4.) Widerstands-Thermometer

Das Widerstands-Thermometer ist ein Thermometer, bei dem die temperaturabhängige Änderung des elektrischen Widerstandes eines Fühlers als Maß für die Temperatur benutzt wird.

Bevorzugt werden metallische Werkstoffe, insbesondere Platin (Pt) und Nickel (Ni), deren Widerstand gut reproduzierbar mit der Temperatur ansteigt.

Die Beziehung zwischen Temperatur und Widerstand wird in Grundwertreihen angegeben, die für Pt und Ni in DIN 43 760 angegeben sind. An Hand dieser Grundwertreihen können die Widerstands-Thermometer in Temperaturgraden geeicht und abgelesen werden.

Zum eigentlichen Meßvorgang wird zur Zeit vom Bundesgesundheitsamt in Berlin eine "Arbeitsanweisung für die ambulante Temperaturmessung bei Tiefkühlkost" erarbeitet (HOPPE, 1975), die in einzelnen Punkten auch für die Temperaturmessung bei Werten über 0°C Bedeutung hat. Insofern wird sie im folgenden zitiert.

In dieser Anweisung wird an ein Temperatur-Meßinstrument die Anforderung gestellt, daß es eine Genauigkeit von $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ aufweist und auf Temperaturänderungen von $0,5^{\circ}\text{C}$ anspricht. Die Skaleneinteilung soll maximal $1,0^{\circ}\text{C}$ betragen und der Temperaturfühler soll so ausgebildet sein, daß ein guter Kontakt mit dem Prüfgut gewährleistet ist. Das Instrument soll so oft geprüft und korrigiert werden, wie zur Sicherstellung seines genauen Betriebes

notwendig ist. Ein Meßvorgang soll erst dann als beendet angesehen werden, wenn sich die Anzeige nicht mehr sichtbar verändert.

IV EIGENE UNTERSUCHUNGEN

A Vergleichende Untersuchung im Handel erhältlicher Thermometer

a) Material

Das Angebot an Temperatur-Meßinstrumenten, die für die Messung von Kerntemperaturen in Fleisch vorgesehen sind, ist sehr groß. Aus diesem Angebot standen folgende Temperatur-Meßgeräte zur vergleichenden Untersuchung zur Verfügung:

Quecksilber-Glas-Thermometer

1.) Um einen objektiven Maßstab für die exakte Temperatur zu haben, wurde ein Quecksilber-Glas-Thermometer verwandt, das regelmäßig geeicht wurde. Die Temperaturskala reicht von -40°C bis $+51^{\circ}\text{C}$. Jeder Teilstrich entspricht $0,5^{\circ}\text{C}$ (Abb. 1).

Metallausdehnungsthermometer

2.) In der Praxis wird sehr häufig das sehr handliche Bimetall-Einstech-Thermometer benutzt. Der sehr spitze Fühler ist 8 cm lang und 3 mm stark. Die Skala reicht von -10°C bis $+110^{\circ}\text{C}$, dabei entspricht ein Teilstrich 2°C (Abb. 2).

Diese beiden Geräte tragen keine Typen- oder Firmenbezeichnung.

Alle folgenden Instrumente benötigen zum Betrieb eine Stromquelle (Batterie oder Netzstrom).

Thermoelement-Thermometer

3.) Das Gerät "THERM 2102" zeigt Temperaturen zwischen

-100°C und +500°C an. Ein Teilstrich bedeutet 1°C.

Die Fühler sind mit T 122-1 bzw. mit T 123-1 bezeichnet. Sie sind 5 cm lang, ihr Durchmesser beträgt 2 mm. Die beiden Fühler, die sich in der Ausformung ihrer Spitzen unterscheiden, besitzen als Thermoelementpaar NiCr-Ni (Abb. 3).

4.) Das "Kerntemperatur-Meßgerät KT 11" hat einen Meßbereich von -30°C bis +130°C, ein Teilstrich entspricht 1°C. Der abnehmbare Fühler, der keine besondere Bezeichnung trägt, ist schräg angeschliffen. Seine Länge beträgt 11 cm, der Durchmesser 3 mm. Auch hier wird NiCr-Ni als Thermoelementpaar verwandt (Abb. 4).

5.) Das nächste Gerät stammt vom gleichen Hersteller wie Nr. 4.). Es wird ebenfalls "Kerntemperatur-Meßgerät KT 11" genannt. Der Meßbereich ist jedoch kleiner, er reicht von -25°C bis +90°C. Auch bei diesem Gerät entspricht ein Teilstrich 1°C. Der Fühler ist 11 cm lang, 4 mm stark und läuft spitz aus. NiCr-Ni stellt das Thermoelementpaar dar (Abb.5).

6.) Das vierte Thermometer, das mit Thermoelementen - ebenfalls NiCr-Ni - arbeitet, trägt die Bezeichnung "Comark 3001". Temperaturen zwischen -50°C und +1000°C werden durch aufleuchtende Digitalzahlen angezeigt. Es werden Temperaturunterschiede von 0,5°C erfaßt. Der Fühler ist 12 cm lang, 2,5 mm stark und an der Spitze angeschliffen (Abb. 6).

Widerstands-Thermometer

7.) Das erste der nun folgenden Widerstands-Thermometer

wird unter der Bezeichnung "JUMO - Seku - Therm Typ 91.200" vertrieben. Der Anzeigebereich umfaßt Temperaturen zwischen -20°C und $+120^{\circ}\text{C}$. Ein Teilstrich entspricht 1°C . Der Fühler Nr. 0220/505 ist 9 cm lang, 2 mm stark und an der Spitze angeschliffen (Abb. 7).

8.) Das unter dem Namen "Sekundenthermometer" geführte Instrument ist dem Instrument Nr. 7.) äußerlich sehr ähnlich. Es unterscheidet sich von ihm u. a. darin, daß es von -50°C bis $+100^{\circ}\text{C}$ reicht. Außerdem entspricht ein Teilstrich 2°C . Der Fühler mit der Bezeichnung MF 102 U II 910 197 ist 9 cm lang, 2 mm stark und scharf angeschliffen (Abb. 8).

9.) Auch das "Sekundenthermometer Typ TU II" weist äußerliche Ähnlichkeit mit den beiden vorgenannten Instrumenten auf. Es reicht von -80°C bis $+100^{\circ}\text{C}$. Auch hier entspricht ein Teilstrich 2°C . Der Fühler MF 102 U 72 06 ist 10 cm lang, 2 mm stark und die Spitze ist angeschliffen (Abb. 9).

10.) Das Thermometer "AAHT Ausführung P 2000" ist für Temperaturen zwischen -60°C und $+210^{\circ}\text{C}$ vorgesehen. Auf der Skala bedeutet ein Teilstrich bei den Werten zwischen -60°C und $+180^{\circ}\text{C}$ je 1°C , von 180°C ab je 2°C . Der Fühler O 200 ist 5 cm lang, 2 mm stark und an der Spitze nicht angeschliffen (Abb. 10).

11.) Das Gerät "Tastotherm P 200" sieht dem vorher genannten sehr ähnlich und weist die gleichen, bereits aufgeführten Daten auf. Lediglich der Fühler O 200 weicht in den Abmessungen ab: er ist 13 cm lang, 3 mm

stark und angeschliffen (Abb. 11).

12.) Ebenfalls einen Anzeigebereich von -60°C bis $+210^{\circ}\text{C}$ hat das Gerät "AAHT 1". Zwischen -40°C und $+190^{\circ}\text{C}$ entspricht ein Teilstrich je 1°C , darunter und darüber bedeutet ein Teilstrich je 2°C . Der Fühler 0 200 ist 5 cm lang, 2 mm stark und nicht angeschliffen (Abb. 12).

13.) Das Instrument "Mavotherm 2" zeigt Temperaturen zwischen -60°C und $+130^{\circ}\text{C}$ an. Im gesamten Bereich entspricht ein Teilstrich 2°C . Der Fühler ohne genaue Bezeichnung ist 9 cm lang, 2 mm stark und nicht angeschliffen (Abb. 13).

14.) Das Thermometer "Thermophil 101" ist nur für Temperaturen zwischen -40°C und $+20^{\circ}\text{C}$ vorgesehen. Ein Teilstrich entspricht 1°C . Der stumpfe Fühler ist 8,5 cm lang, sein Durchmesser verjüngt sich von 5 mm auf 3,5 mm (Abb. 14).

Mit Ausnahme des Gerätes Nr. 14 bieten alle anderen Instrumente, die mit einer Stromquelle arbeiten, die Möglichkeit, die ausreichende Stromspannung vor der Benutzung zu überprüfen.

b) Versuchsanordnung

Zur Überprüfung, wie zuverlässig die Thermometer Nr. 2 bis 14 arbeiten, wurden sie gleichzeitig in 10 Versuchen getestet. Als Maß für die exakte Temperatur diene das geeichte Quecksilber-Glas-Thermometer Nr.1.

Als Meßbereich wurde die Temperaturspanne von -10°C bis

+10°C eines Wasser-Methanol-Gemisches gewählt. Diese Temperaturen wurden mit dem in Abb. 15 gezeigten Thermostat "K 4 R Elektronik" erzeugt. Während der Versuche wurde das Gemisch ständig durch eine Pumpe in Bewegung gehalten, um bei den Ablesezeiten nach 1°C-Abständen die Temperaturen an allen Stellen des Bades gleich zu halten.

So wurden insgesamt etwa 2 520 Messungen durchgeführt. Die Vorbereitung der Geräte und ihre Handhabung erfolgten nach den Angaben der entsprechenden Betriebsanleitung. Die batteriebetriebenen Meßgeräte wurden mit neuen Batterien ausgestattet.

Die Anzeigegeräte der Thermometer Nr. 3 bis 14 wurden flach auf einen ebenen Tisch gelegt, so daß die Skalen ohne Bewegung der Geräte abgelesen werden konnten.

Die zu diesen Anzeigegeräten gehörenden Temperaturfühler, die durch Kabel mit ihnen verbunden waren, wurden bis zum Griff in die Mitte der Wanne getaucht und fixiert. Die beiden Thermometer Nr. 1 und 2 wurden ebenfalls in die Wanne getaucht und fixiert. Thermometer Nr. 1 stand so, daß der Stand der Quecksilbersäule ohne Standortveränderung abzulesen war.

Alle Geräte hatten etwa den gleichen Abstand voneinander und von der Wand.

In einer Vorversuchsreihe wurde ermittelt, wie lange die Thermometer einer Temperatur ausgesetzt bleiben müssen, bis sich die Temperaturanzeige nicht mehr sichtbar verändert. Dazu wurden sie 10 mal in Eiswasser und

anschließend in siedendes Wasser getaucht. Dieser Versuch wurde 10 mal wiederholt mit der Änderung, daß die Instrumente erst in siedendes und danach in Eiswasser getaucht wurden. Die Zeiten wurden mit einer Stoppuhr gemessen. Abbildung 16 zeigt die Mittelwerte dieser Zeiten, Abbildung 17 gibt an, welche Temperaturen die Instrumente im Eiswasser bzw. im siedenden Wasser anzeigten.

Von diesem Vorversuch mußten die Thermometer Nr. 1, 5 und 14 ausgenommen werden, da ihre Skalen nicht bis $+100^{\circ}\text{C}$ reichten. Bei Thermometer Nr. 13 schwankte der Zeiger bei $+100^{\circ}\text{C}$ sehr lebhaft zwischen den Werten $+40^{\circ}\text{C}$ und $+130^{\circ}\text{C}$, so daß ein Ablesen nicht möglich war.

Da das Bimetallthermometer (Abb. 2) die längste Zeit zur Anzeige benötigte, wurde der Hauptversuch so angelegt, daß nach Erreichen der einzelnen Temperaturstufen von 1°C im Wasser-Methanol-Gemisch noch 30 Sekunden bis zur Ablesung gewartet wurde. Der Thermostat hielt die Temperatur konstant.

Auch die im Vorversuch nicht getesteten Thermometer zeigten dabei die Temperatur schneller an als das Bimetallthermometer.

Die Ablesung der Geräte erfolgte bei jedem Versuch in der gleichen Reihenfolge.



Abb. 1
Quecksilber-
Glas-Thermometer

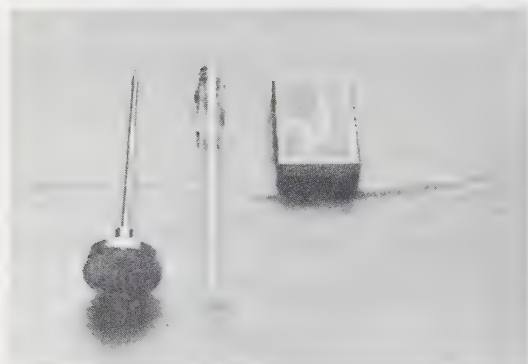


Abb. 2
Bimetall-
Einstech-Thermometer

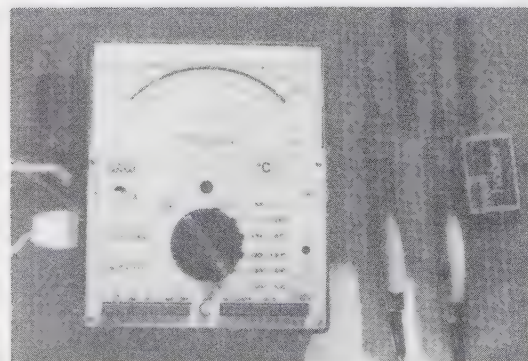


Abb. 3
"THERM 2102"

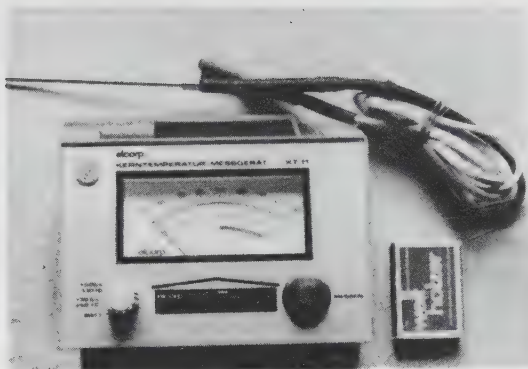


Abb. 4

"Kerntemperatur-
Meßgerät KT 11"

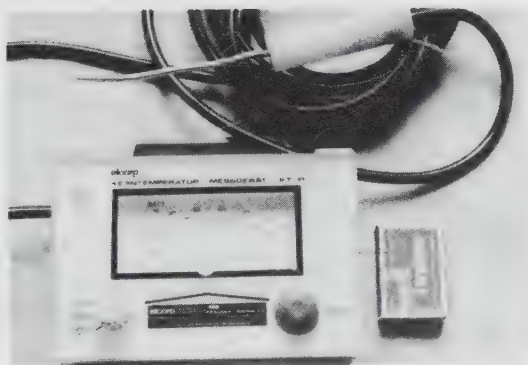


Abb. 5

"Kerntemperatur-
Meßgerät KT 11"

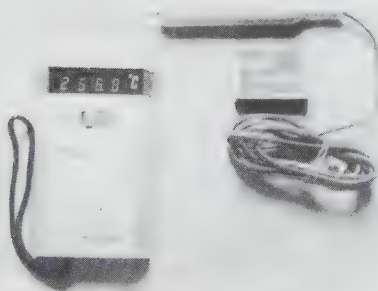


Abb. 6

"Comark 3001"



Abb. 7

"JUMO - Seku - Therm
Typ 91.200"

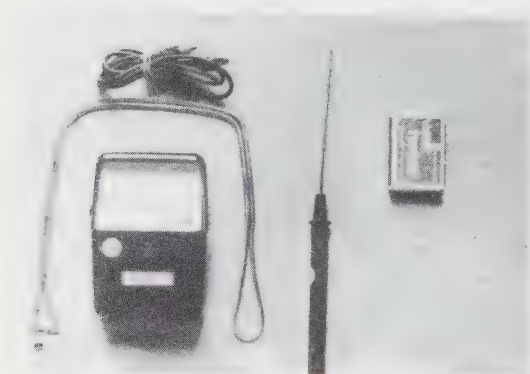


Abb. 8

"Sekundenthermometer"



Abb. 9

"Sekundenthermometer
Typ TU II"

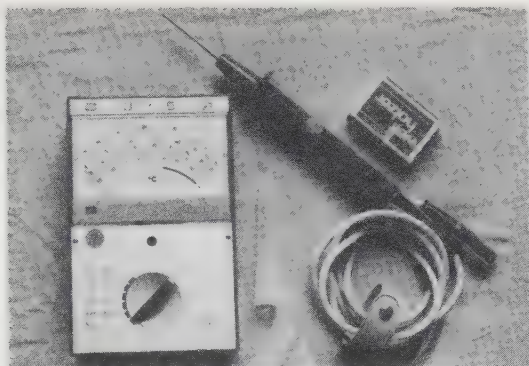


Abb. 10
"AAHT Ausführung
P 200"

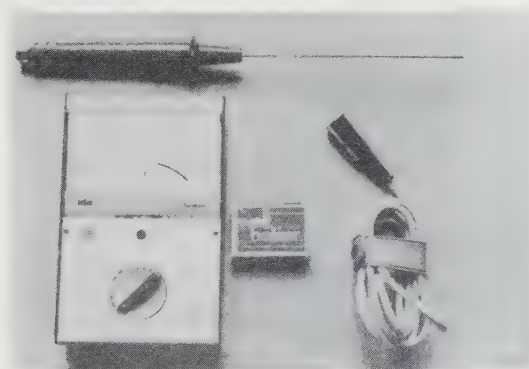


Abb. 11
"Tastotherm P 200"

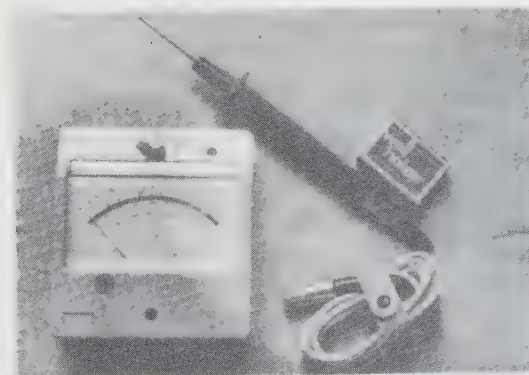


Abb. 12
"AAHT 1"

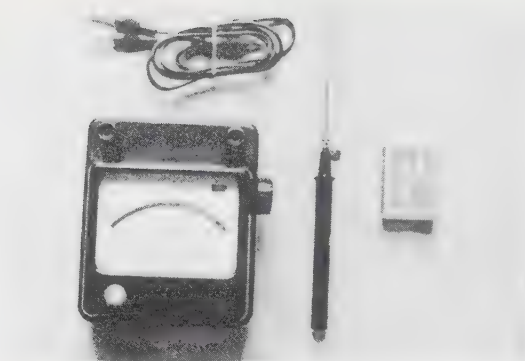


Abb. 13

"Mavotherm 2"



Abb. 14

"Thermophil 101"

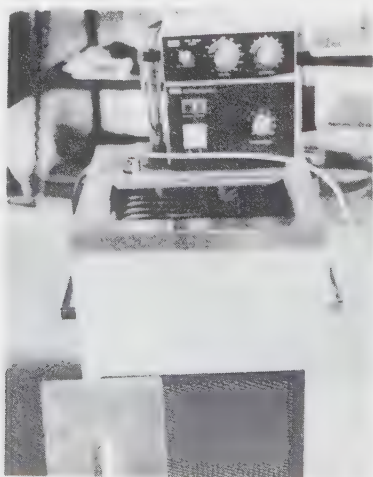


Abb. 15

Thermostat
"K 4 R Elektronik"

Thermometer Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0°C → +100 °C	-	35	3	14	-	3	6	4	6	6	8	7	-	-
+100 °C → 0 °C	-	35	7	16	-	3	8	7	7	10	12	9	-	-

Abb. 16) Anzeigeverzögerung, gemessen in Sekunden

Thermometer Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0 °C	0	+2,0	-1,0	±0	-	±0	-0,2	-2,0	-1,5	+1,0	±0	+1,5	-	-
+100 °C	100	97	110	99	-	100	101	96	98	98	100	101	-	-

Abb. 17) Bei 0°C bzw. bei 100°C von den einzelnen
Thermometern angezeigte Temperatur

c) Ergebnisse und ihre Besprechung

Die Ergebnisse der vergleichenden Untersuchung der Thermometer Nr. 2 - 12 und 14 gehen aus den nachfolgenden Abbildungen Nr. 18 - 29 hervor.

Das Thermometer "Mavotherm 2" (Abb. 13) fiel bereits bei den ersten Versuchen aus, da der Zeiger des Anzeigegerätes wie auch schon bei den Vorversuchen so lebhaft schwankte, daß ein Ablesen nicht möglich war.

Bei den Grafiken im Koordinatensystem wurde die Temperatur des geeichten Thermometers auf der Ordinate aufgetragen, die Abszisse zeigt die Ordnungszahl der Versuche. So gibt also die Linie, die von den einzelnen Temperaturstufen auf der Ordinate ausgeht, die Temperaturwerte an, die bei den 10 Versuchsdurchgängen von dem Instrument angezeigt wurde.

Die Grafik am Rande der Seite zeigt, welche Maximal-, Median- und Minimalwerte bei den einzelnen Temperaturstufen bei den 10 Versuchen vom Thermometer abgelesen wurden.

Die Temperaturlinien in den grafischen Darstellungen verlaufen bei den verschiedenen Thermometern sehr unterschiedlich. Aus Abb. 18 geht hervor, daß das Thermometer im Vergleich zum Eich-Thermometer m. o. w. kontinuierlich um $1 - 2^{\circ}\text{C}$ wärmere Temperaturen anzeigt.

Bei Abb. 19 ergeben sich besonders im Bereich der tiefen Temperaturen größere Abweichungen vom Eichwert, die beim ersten Versuch stark auffallen.

Das Kerntemperatur-Meßgerät KT 11 (Abb. 20) zeigt ein gleichmäßigeres Bild. Die leichten Knicke kennzeichnen bei einigen Versuchsdurchgängen Abweichungen von der Ist-Temperatur um höchstens 1°C .

Das Instrument, dessen Versuchsergebnisse in Abb. 21 dargestellt sind, zeigt größere Abweichungen. Beim 2. Versuch beispielsweise zeigt es bei $+4^{\circ}\text{C}$ Ist-Temperatur eine niedrigere Temperatur an als bei $+3^{\circ}\text{C}$ Ist-Temperatur. Die größten Fehler treten bei diesem Gerät bei den niedrigen Temperaturen auf.

Das "Comark 3001" (Abb. 22) weist während der meisten Versuche eine hohe Übereinstimmung mit dem Vergleichsthermometer auf. Es fällt auf, daß beim 6. Versuch die Anzeige häufig um $0,5^{\circ}\text{C}$ tiefer liegt als beim geeichten Thermometer.

Von den drei folgenden Sekundenthermometern zeigt das erste (Abb. 23) die besten Ergebnisse. Es weicht aber häufiger vom Ist-Wert ab als das "Comark 3001".

Die starken Verzerrungen der Linien in den Abb. 24, 25 und 26 machen die Unzuverlässigkeit der damit charakterisierten Geräte deutlich. Wenn auch gleichbleibende Abweichungen bei einem bestimmten Versuchsdurchgang auf einen systematischen Fehler schließen lassen, zeigt doch die Unrichtigkeit der übrigen Versuche, daß diese Instrumente nicht brauchbar sind. Alle drei Grafiken zeigen, daß die Anzeigegeräte trotz absinkender Temperaturen im Wasser-Methanol-Gemisch einige Male höhere Temperaturen anzeigen als bei der zuvor abgele-

senen, tatsächlich höheren Temperatur. Dies wird in den Grafiken daran deutlich, daß die Linien sich schneiden. Das "Tastotherm P 200" (Abb. 27) erweist sich als sehr zuverlässig. Es weicht nur um Zehntel-Grade vom Ist-Wert ab.

Auch aus Abb. 28 erkennt man, daß die Linien bei unterschiedlichen Versuchen sich schneiden.

Auf systematischen Fehler lassen die Zacken beim 4. und 7. Versuch mit dem "Thermophil 101" (Abb. 29) schließen. Es weicht aber auch an anderen Stellen häufig um 1°C ab.

Die Frage, welches die Ursachen für die fehlerhafte Anzeige bei den meisten Thermometern sind, ist ohne technische Untersuchung der Geräte nicht zu beantworten. Ein äußerer Mangel konnte nur in der Verformung eines Temperaturfühlers, der in Abb. 5 zu sehen ist, festgestellt werden.

Aus einigen Grafiken geht hervor, daß systematische Fehler nicht ausgeschlossen werden können.

Trotzdem kann nach den Untersuchungen festgestellt werden, daß die meisten Thermometer aufgrund ihrer mehr oder weniger ausgeprägten Abweichungen weniger geeignet sind.

Wegen ihrer Zuverlässigkeit und praktischen Handhabung wurden bei den folgenden Untersuchungen am Schlachttierkörper die beiden Thermometer "Comark 3001" (Abb. 6 und 22) und "Tastotherm P 200" (Abb. 11 und 27) verwandt.

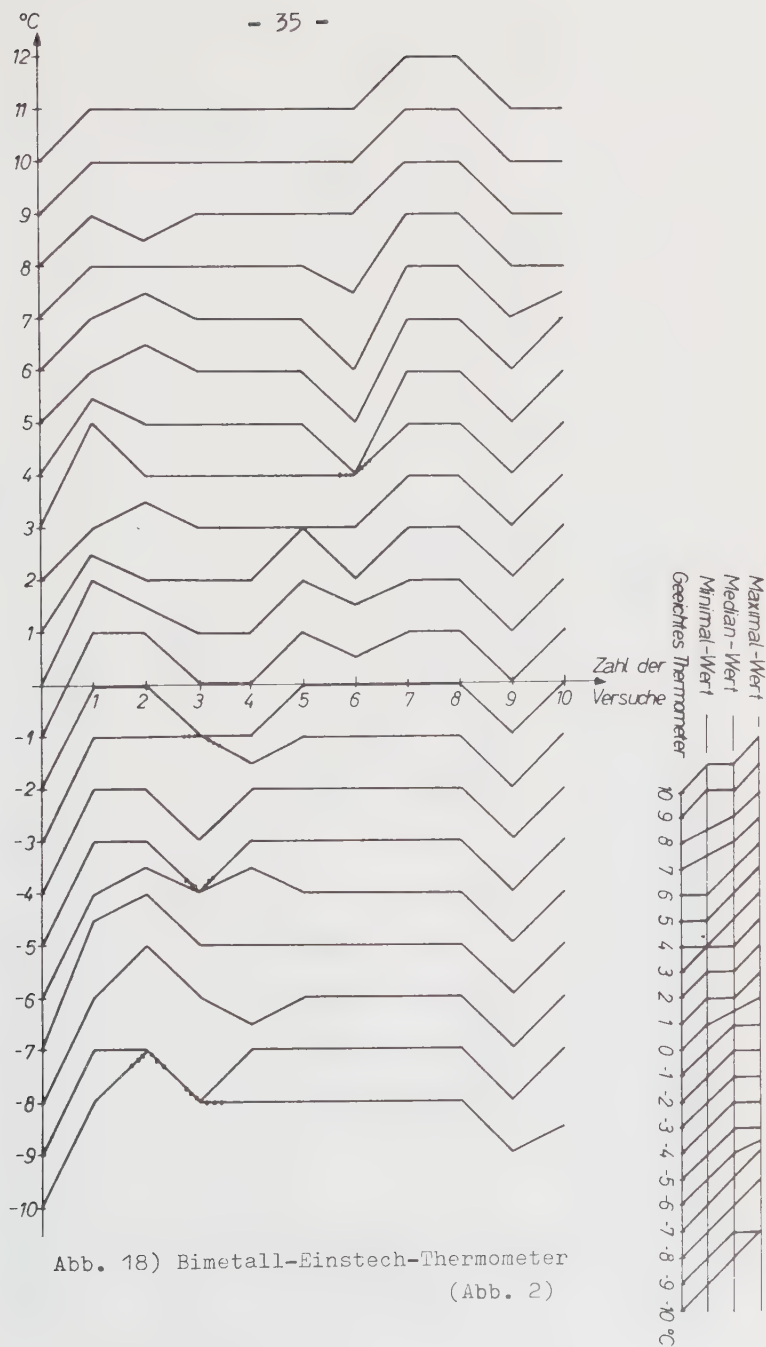


Abb. 18) Bimetall-Einsteck-Thermometer
(Abb. 2)

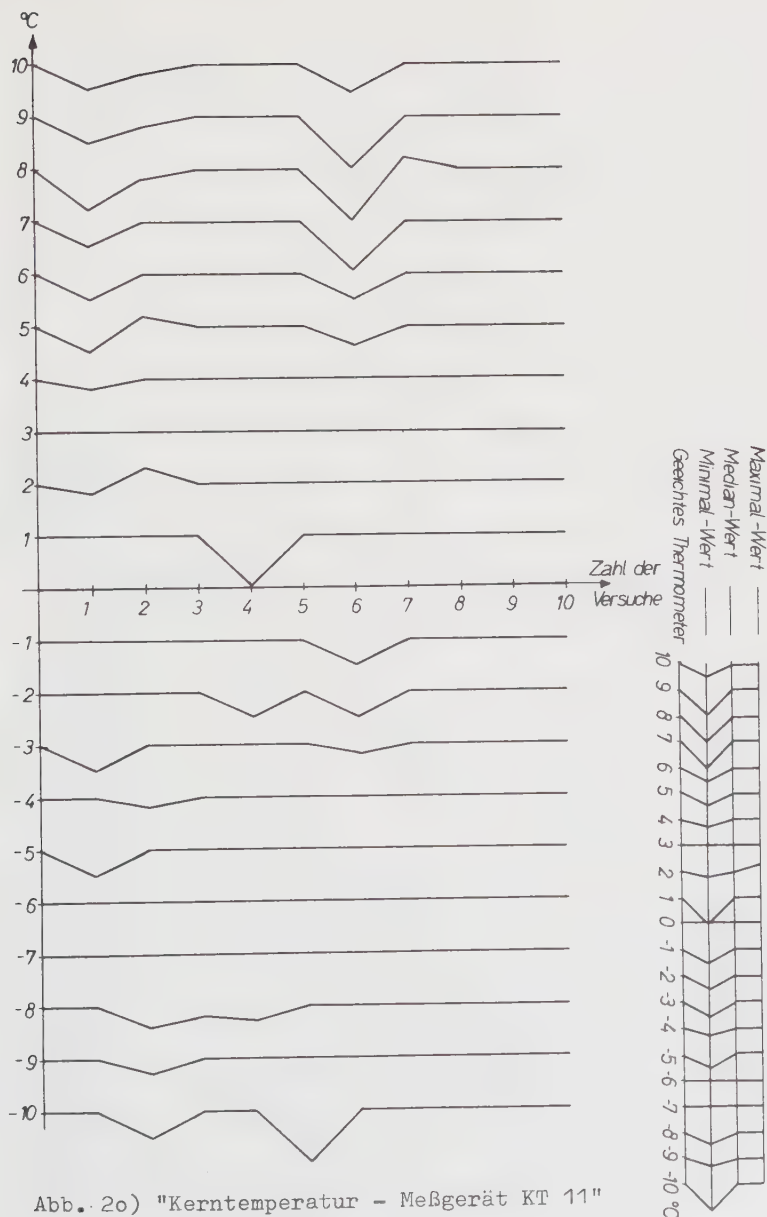


Abb. 20) "Kerntemperatur - Meßgerät KT 11"

(Abb. 4)

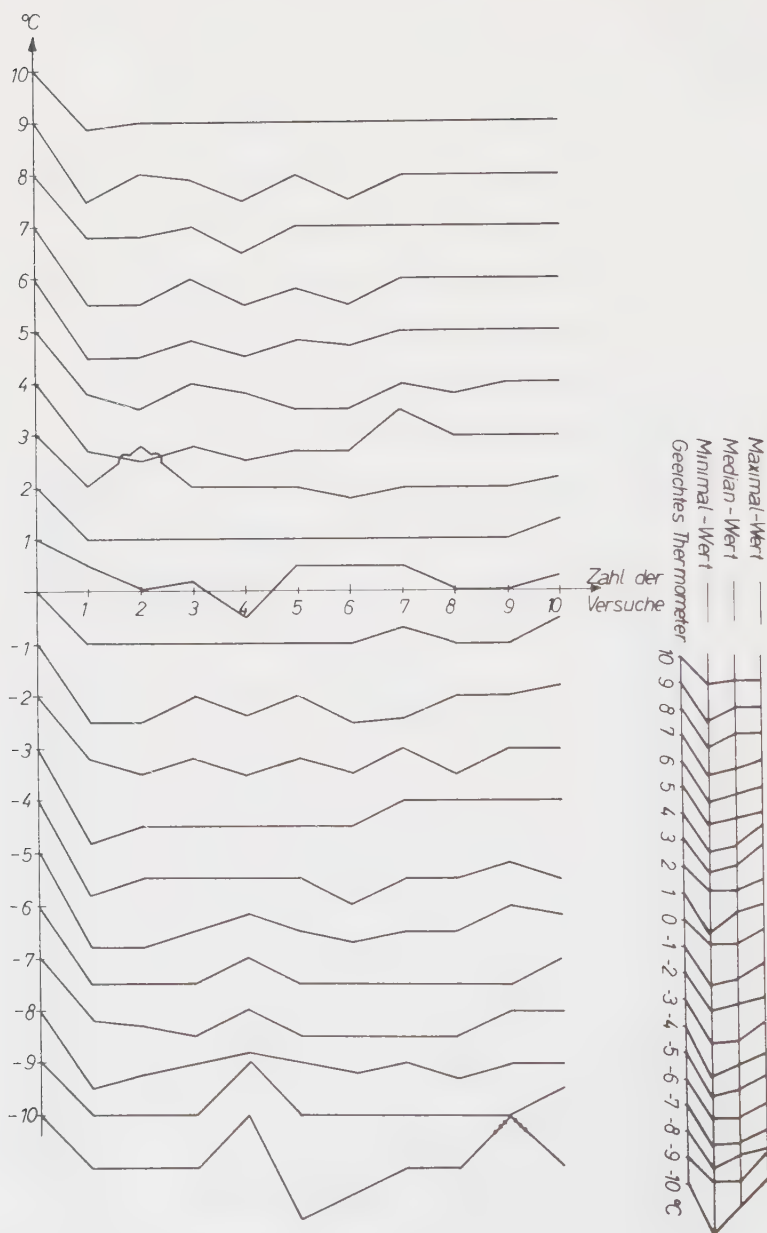


Abb. 21) "Kerntemperatur - Meßgerät KT 11"

(Abb. 5)

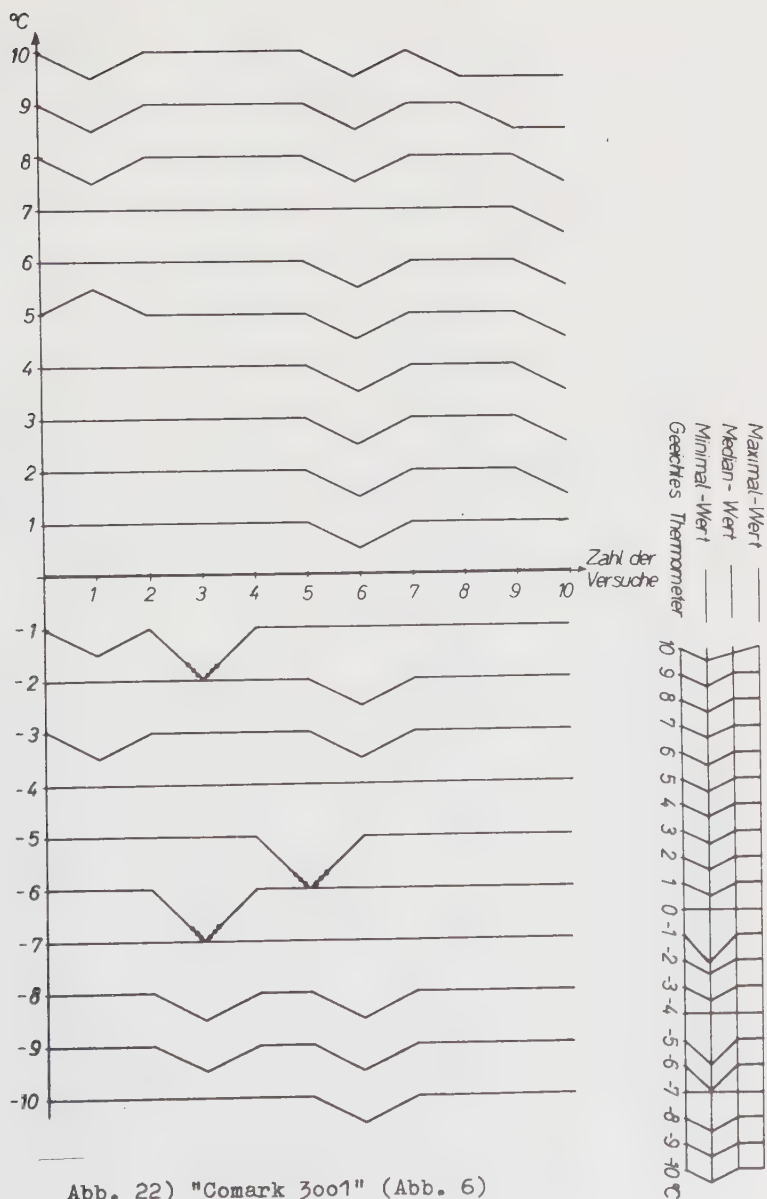


Abb. 22) "Comark 3001" (Abb. 6)

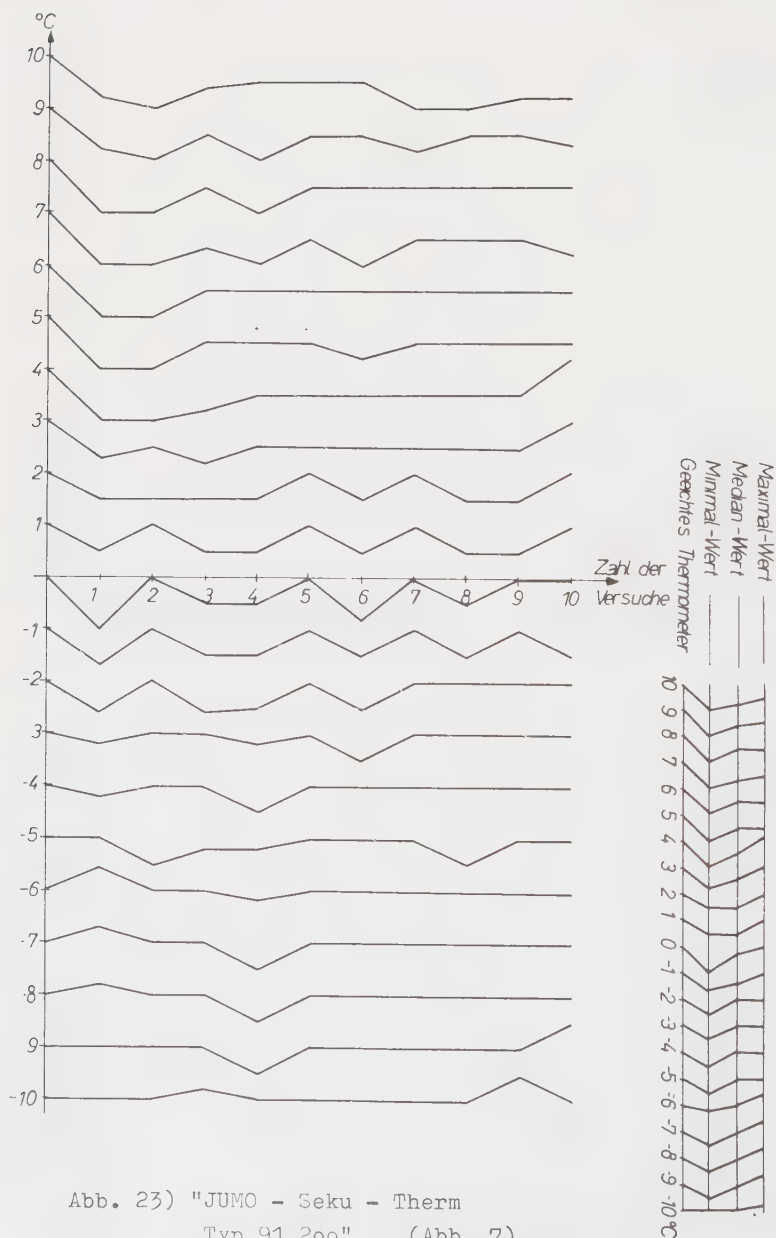


Abb. 23) "JUMO - Seku - Therm
Typ 91.200" (Abb. 7)

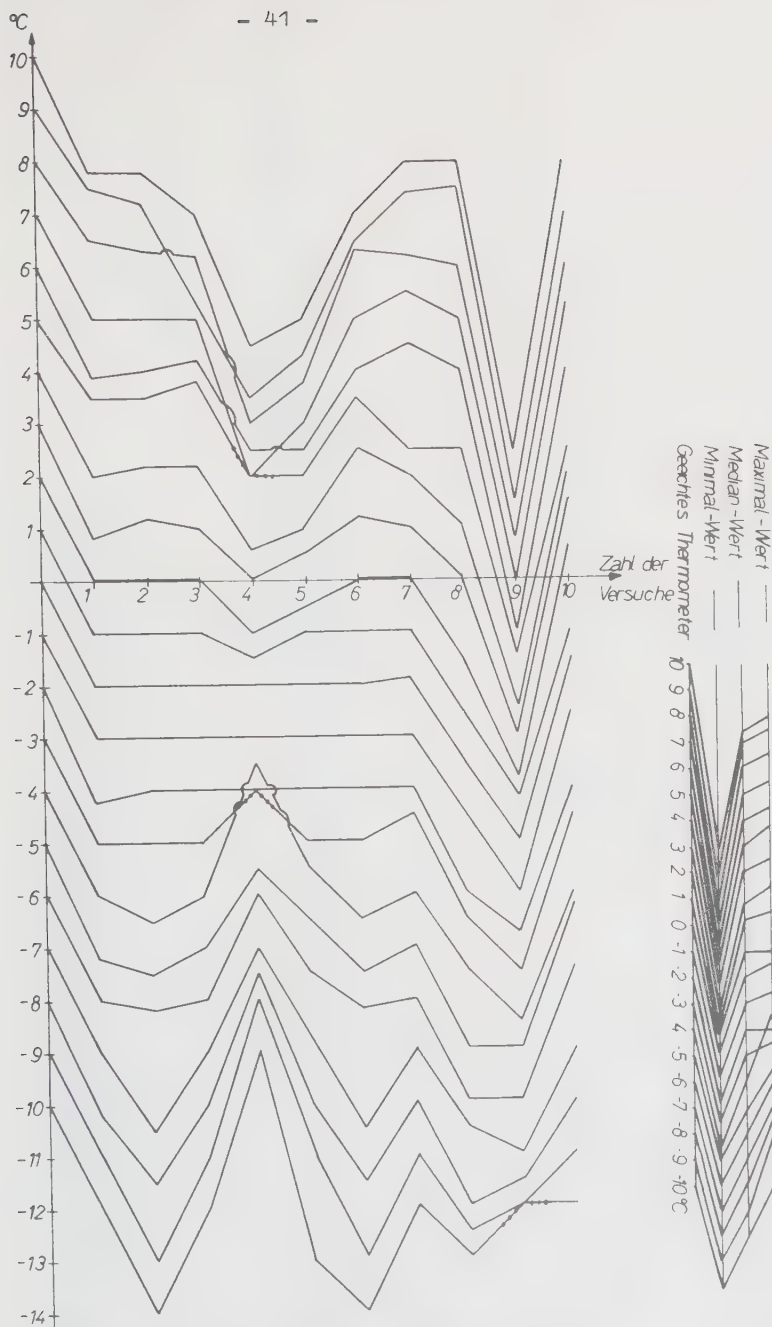


Abb.24) "Sekundenthermometer" (Abb. 8)

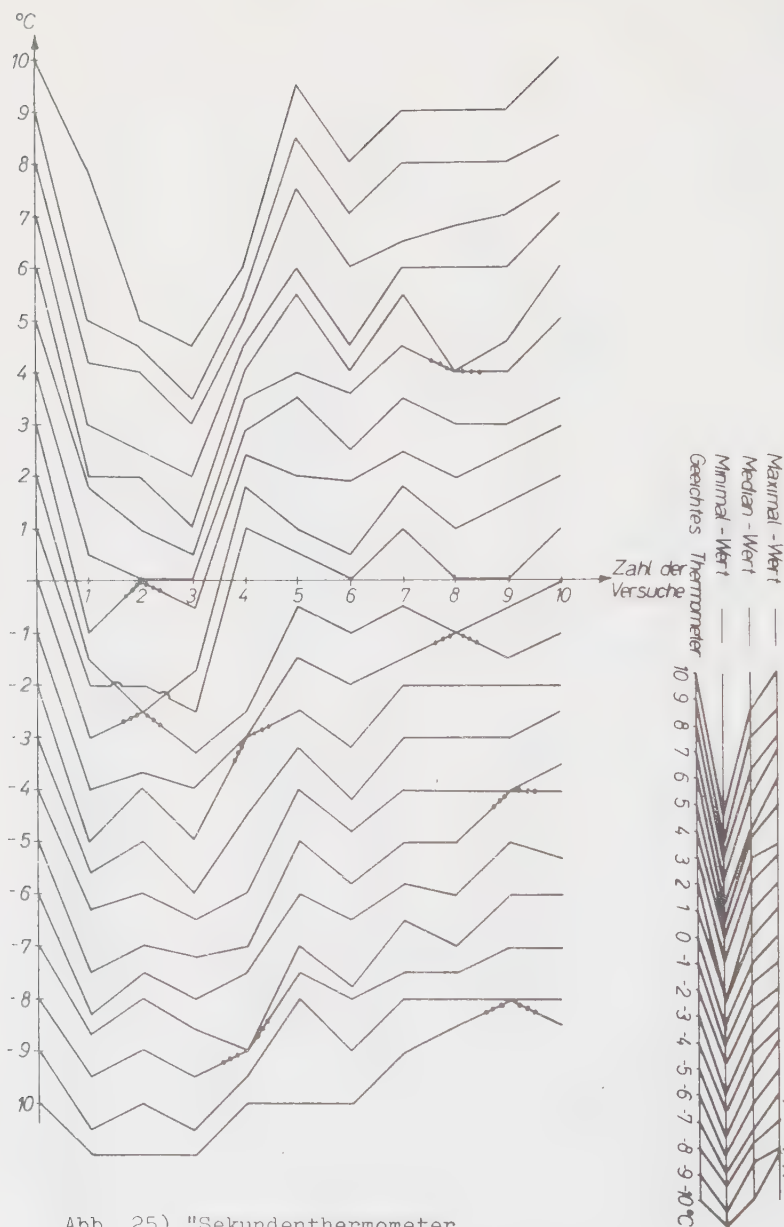
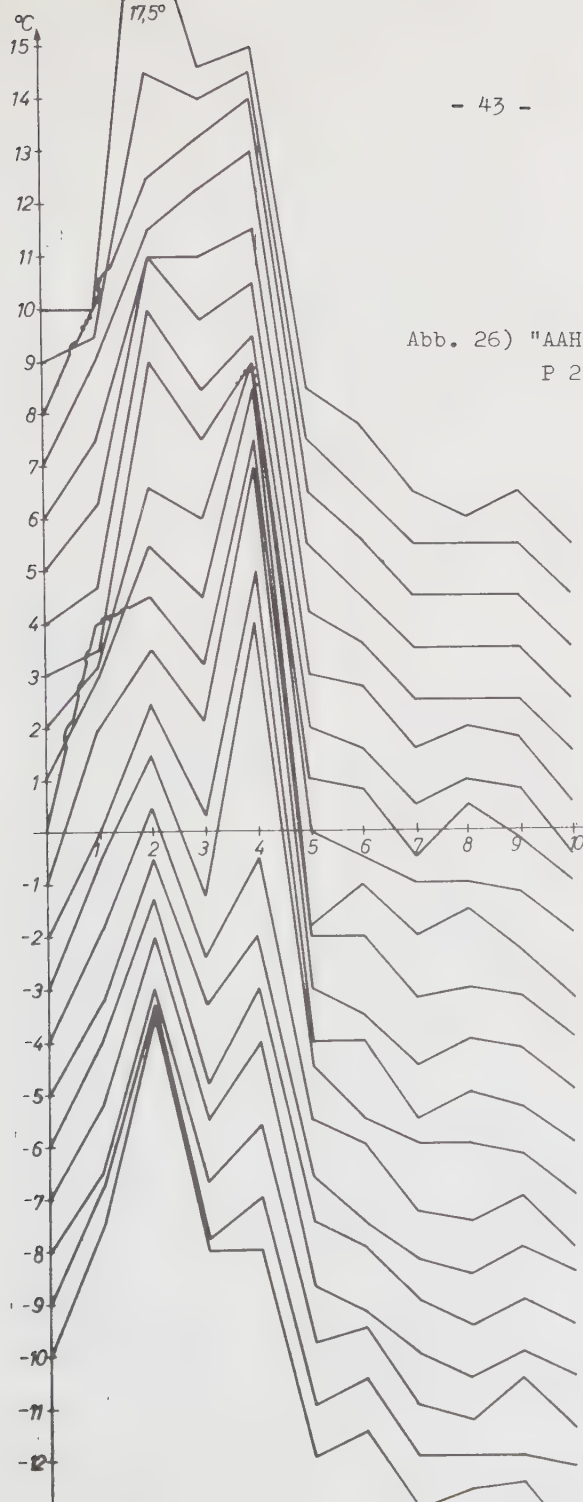


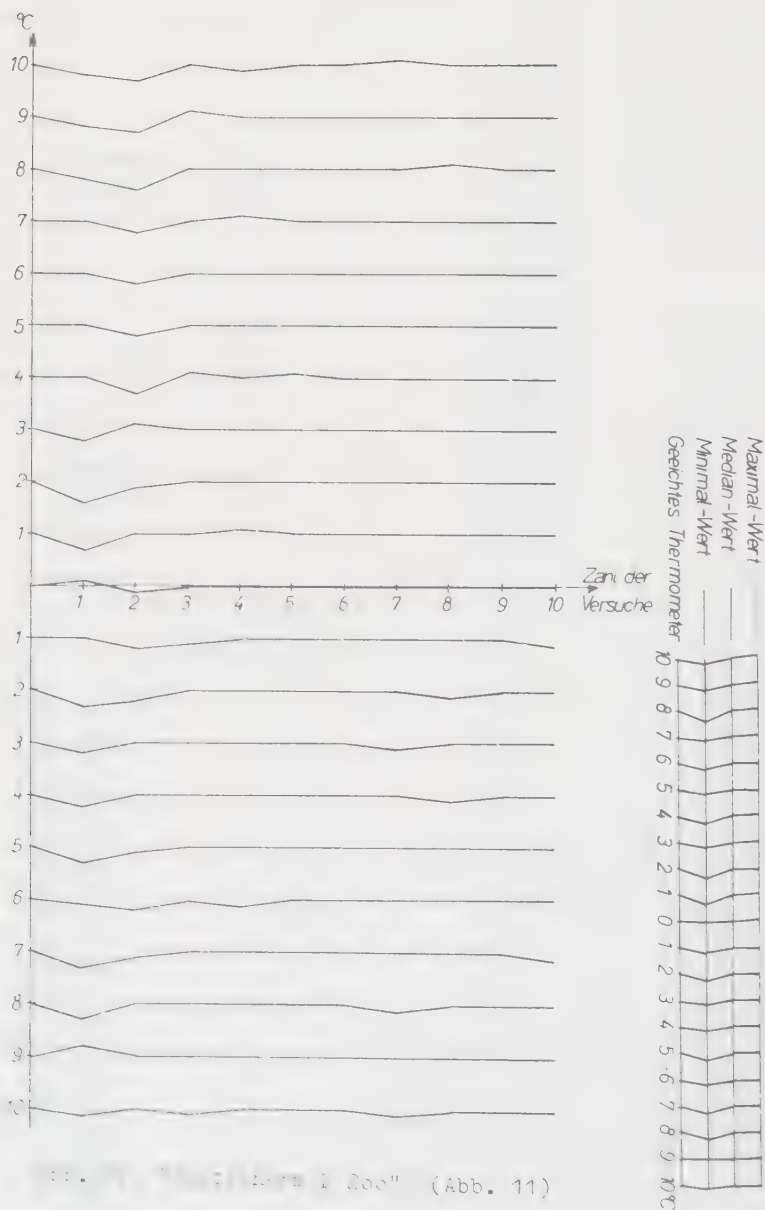
Abb. 25) "Sekundenthermometer
Typ TU II" (Abb. 9)



- 43 -

Abb. 26) "AAHT Ausführung
P 200" (Abb. 10)





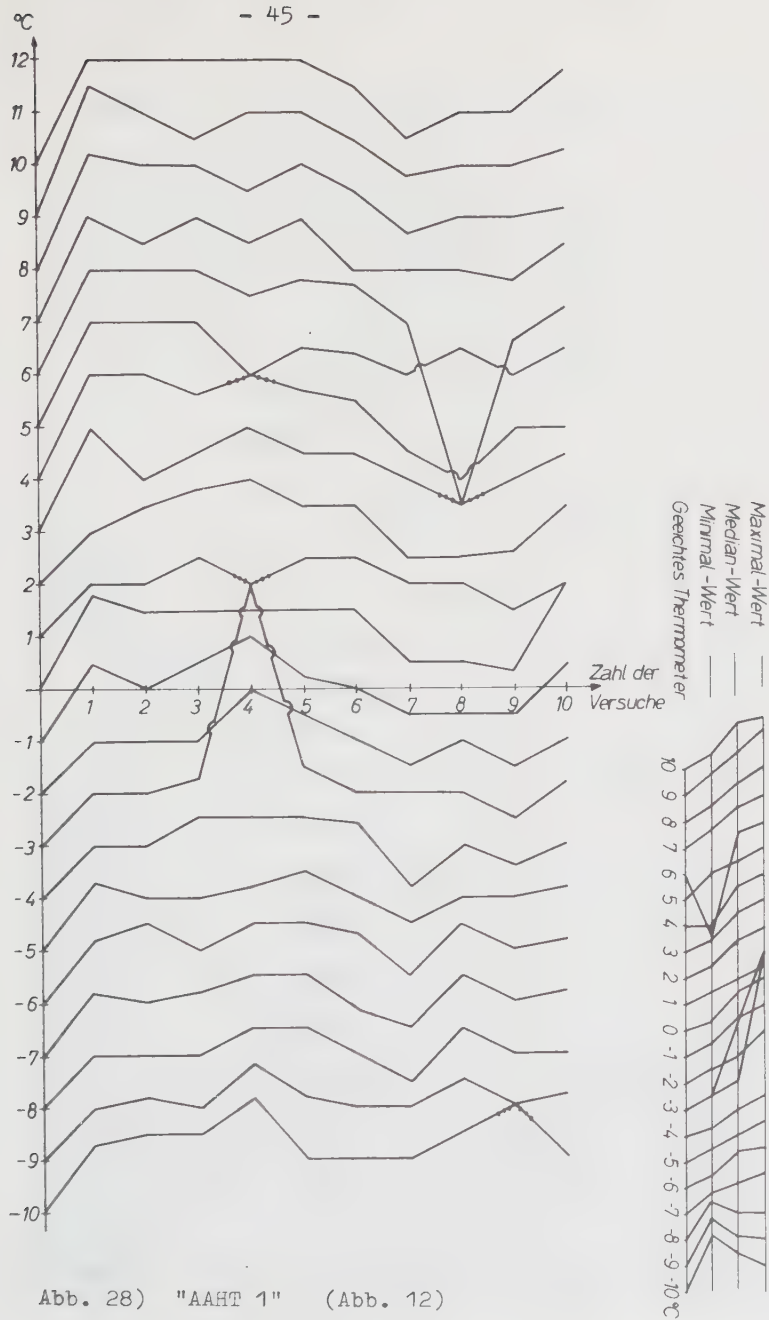


Abb. 28) "AAHT 1" (Abb. 12)

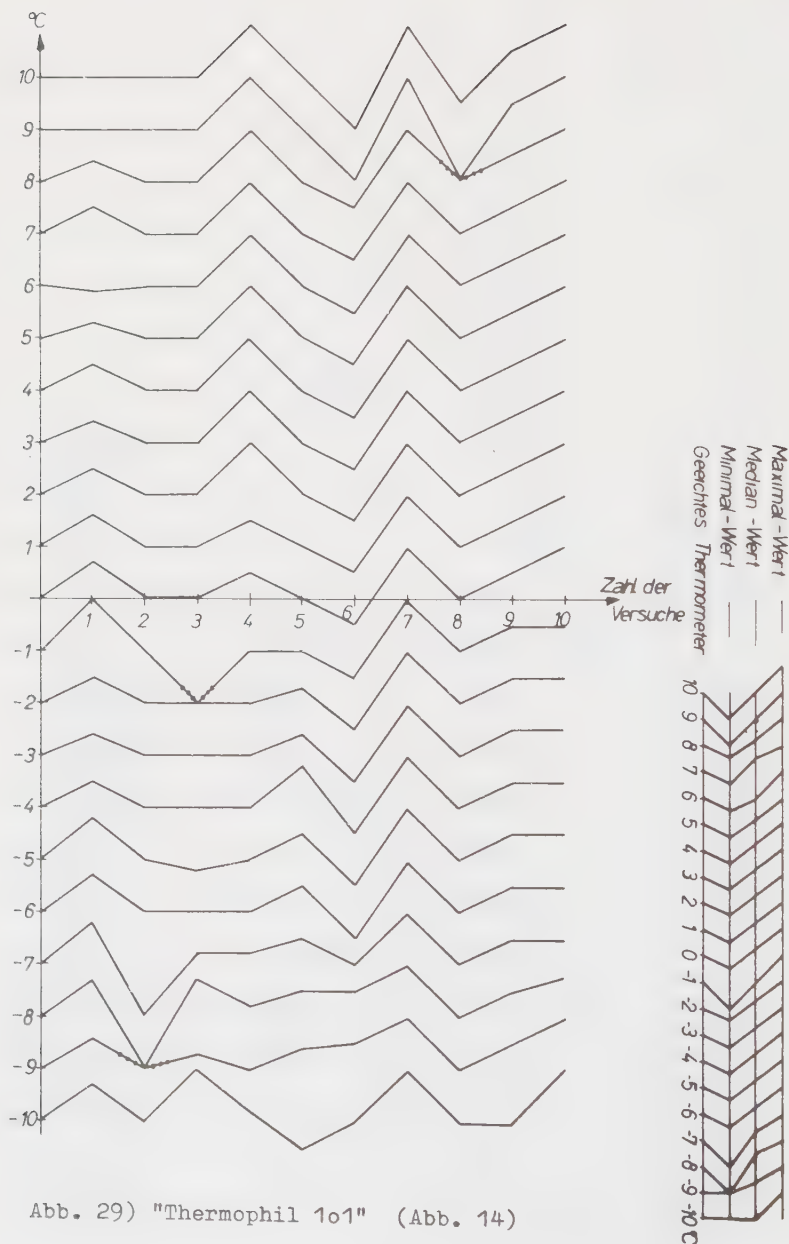


Abb. 29) "Thermophil 1o1" (Abb. 14)

B Messung des Temperaturverlaufs im Schlachttierkörper

a) Material Und Versuchsanordnung

Bei den Messungen am Schlachttierkörper wurden die Thermometer "Comark 3001" (Abb. 6 und 22) und "Tastotherm P 200" (Abb. 11 und 27) verwandt, die sich bei den Vergleichen als zuverlässig und handlich erwiesen hatten. Beide Geräte wurden während der Messungen mehrmals mit neuen Batterien versehen.

Es wurde unter Praxisbedingungen der Temperaturverlauf während der Kühlung bei Schlachtrindern und -schweinen verfolgt. Hierbei wurde versucht, herauszufinden, welcher Teil des Tierkörpers am langsamsten auskühlt. Da unter anderem die Dicke und der Fettgehalt von Muskeln die Temperaturleitfähigkeit beeinflussen, wurden bei beiden Tierarten die Messungen in folgenden Muskeln bzw. Muskelgruppen vorgenommen:

in der Schulter: M. subscapularis zwischen 1. und 2.

Rippe

in Schinken bzw.

Keule : Mm. adductores

An diesen beiden Körperstellen wurde in möglichst gleichbleibenden zeitlichen Abständen bei insgesamt 560 Schweinen und 218 Rindern die Temperatur gemessen.

Zur Untersuchung gelangten Tiere unterschiedlichen Alters, unterschiedlichen Geschlechts, Zucht- und Masttiere, früh und spät kastrierte sowie fette und magere Tiere.

Um nicht nur körperliche Unterschiede bei den Schlacht-
tieren zu erfassen, sondern um auch mögliche betriebliche
Besonderheiten verschiedener Schlachthöfe einzubeziehen,
wurden die Untersuchungen an den drei EG-Schlachthöfen
Berlin (Schlachthof A), Bremerhaven (Schlachthof B) und
Stuttgart (Schlachthof C) durchgeführt.

Die Gesamtzahl der Tiere teilt sich dabei folgendermaßen
auf:

Schlachthof	Kühlraum	Schweine	Rinder
A	aa	60	--
A	bb	120	--
A	cc	--	50
B	aa	180	--
B	bb	--	62
C	aa	200	--
C	bb	--	106
		<u>560</u>	<u>218</u>

Die Schlachtmethoden waren an allen drei Schlachthöfen
die gleichen. Ebenso war in allen Fällen die Leistung
der Kühlmaschinen auf die Größe der Kühlräume ausgelegt.
Der Thermometer-Fühler wurde möglichst bis zum Mittel-
punkt der Muskulatur eingestochen. Da die Tiere nach
§ 14 AB. A in der Längsrichtung geteilt in die Kühlräu-
me gebracht werden, konnte das Thermometer von der durch
die Spaltung entstandenen Fläche aus eingestochen werden.
Es blieb so lange stecken, bis sich die Anzeige nicht mehr
sichtbar veränderte.

Nach Möglichkeit wurde versucht, die Messungen gleich nach der Beschickung des Raumes zu beginnen und in bestimmten Zeitabständen sowie in gleichbleibender Reihenfolge der Tiere so lange durchzuführen, bis die Temperatur in der zuletzt erkaltenden Körperregion einen Durchschnittswert von $+7^{\circ}\text{C}$ erreicht hatte. Wenn die Tiere schon vor Erreichen dieser Temperatur ausgelagert wurden, konnte das nicht in allen Fällen eingehalten werden. Ferner unterlag die Kühlraumtemperatur Schwankungen, wenn die Kühlräume während der Kühlung begangen wurden.

Insgesamt wurden 10 680 Messungen durchgeführt. Die Ergebnisse und Berechnungen gehen aus den Abb. 30 bis 43 hervor.

Da die Messungen während der Betriebszeiten, also unter Praxisbedingungen durchgeführt wurden, war es nicht möglich, die Reihenfolge der Tiere einzuhalten, wie es für die Ermittlung von Korrelationen notwendig gewesen wäre. Es mußte auch auf die Angaben der Luftfeuchtigkeit und der Luftumwälzung verzichtet werden, da diese Werte nicht in allen Kühlräumen registriert werden.

b) Betriebliche Verhältnisse an den einzelnen Schlachthöfen, Meßergebnisse und ihre Besprechung

1.) Schlachthof A, Kühlraum aa)

Gemessen wurden 60 Schweine.

Größe des Kühlraums 12 m x 7 m x 3 m.

Kapazität etwa 300 Schweine, belegt zu etwa 70%.

Je 5 Verdampfer sind an zwei gegenüberliegenden Wänden so installiert, daß der Luftstrom in 1,8 m Höhe in Richtung des Verlaufs der Rohrbahnen gelenkt wird.

Die Tiere wurden sofort nach der fleischbeschaulichen Untersuchung kontinuierlich in den Kühlraum gebracht, wobei die Beschickung ungefähr 1 Stunde Zeit in Anspruch nahm. Die Tierkörper hingen so, daß zwischen ihnen etwa 5 cm Platz war, durch den die Kaltluft ungehindert dringen konnte.

Die aus den Temperatur-Einzelmessungen errechneten Mittelwerte gehen aus der Abb. 30 hervor.

Die Anfangswerte der Temperaturmessung in Schinken und Schulter lagen sehr hoch, da die Tiere innerhalb kurzer Zeit nach der fleischbeschaulichen Untersuchung in den Kühlraum eingebracht worden sind. So entsprachen die Temperaturen noch fast den physiologischen Werten.

Die Kurven liegen anfangs nah beieinander, im Laufe der Kühlung divergieren sie.

Nach 12-stündiger Kühlung betrugen die Temperaturen im Schinken etwa $12,0^{\circ}\text{C}$, in der Schulter etwa $10,5^{\circ}\text{C}$.

Nach 17 Stunden Kühlung betrug der Mittelwert der Schin-

kentemperatur $6,9^{\circ}\text{C}$, der der Schultertemperatur $5,8^{\circ}\text{C}$. Die Temperatur von ca. $7,0^{\circ}\text{C}$ im Mittel wird in der Schulter bereits nach etwa 15 Stunden, in den Schinken erst nach etwa 17 Stunden erreicht.

Zu keinem Zeitpunkt berühren oder schneiden sich die beiden Kurven. Das heißt, daß die Temperaturen in den Schinken immer höher lagen als in den Schultern.

n = 60

- = Verbindungslinie der
- = Temp.-Mittelwerte i. Schinken
- - - = Temp.-Mittelwerte i. d. Schulter
- ... = Raumtemperatur
- | | = Minimal- bzw. Maximalwerte

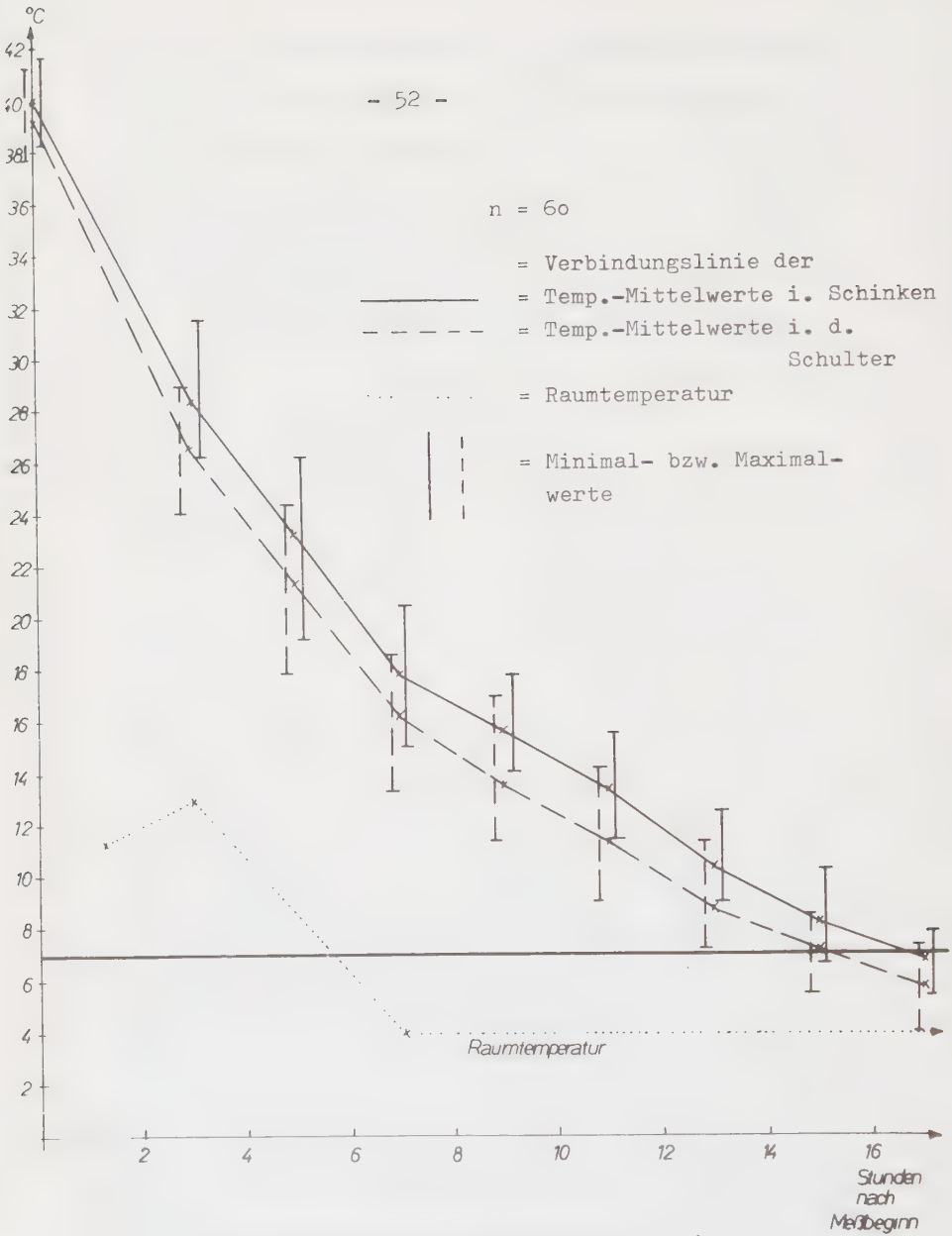


Abb. 30) Meßergebnisse an Schlachthof A, aa)

Schlachthof A, Kühlraum bb)

Gemessen wurden 120 Schweine.

Größe des Kühlraums 16 m x 14 m x 4 m.

Kapazität etwa 1000 Schweine, belegt zu 100%.

Die Kaltluft tritt aus Holzschächten, die in dem Winkel zwischen Decke und Wand um den ganzen Raum führen, sowie aus einem weiteren Holzschacht, der unter der Decke in der Mittellinie von einer Wand zur anderen, 14 m entfernten Wand führt.

Die Beschickung erfolgte ebenfalls innerhalb einer Stunde. Der Kühlraum blieb jedoch noch über längere Zeit geöffnet, da weitere Tiere eingeschoben wurden. Die Tiere hingen so dicht beieinander, daß sie sich berührten. Die Ergebnisse gehen aus der Abb. 31 hervor.

Bei Beginn dieser Messungen waren die Tierkörper bereits um einige °C ausgekühlt, so daß als Mittelwert der ersten Meßreihe für die Schultertemperaturen 33,8°C und für die Schinkentemperaturen 35,6°C ermittelt wurden.

Der Temperaturabfall verlief flach, da die Kühlraumtüren bis zur zweiten Meßperiode noch geöffnet blieben.

Nach 12-stündiger Kühlung betrugen die Temperaturen im Schinken etwa 11,2°C im Mittel, in der Schulter etwa 9,7°C.

Nach 15 Stunden Kühlung wurden die Schlachttierkörper verladen. Zu diesem Zeitpunkt lagen die Temperaturmittelwerte der Schultern bei 7,0°C, die der Schinken um 1,2°C höher bei 8,2°C.

n = 120

Verbindungsline der

- = Temp.-Mittelwerte i. Schinken
- - - = Temp.-Mittelwerte i. d. Schulter
- = Raumtemperatur
- | | = Minimal- bzw. Maximal-
werte

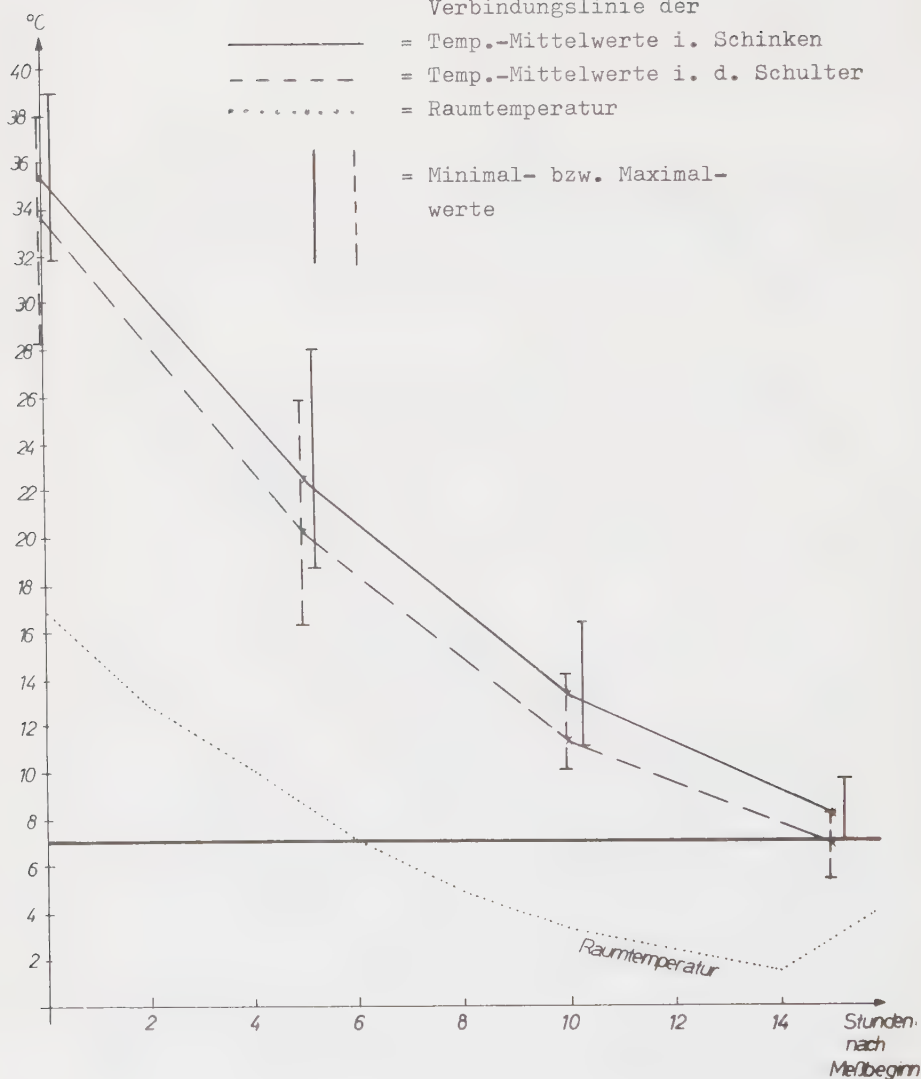


Abb. 31) Meßergebnisse an Schlachthof A, bb)

Schlachthof A, Kühlraum cc)

Gemessen wurden 50 Rinder.

Größe des Kühlraumes 21 m x 4 m x 5 m.

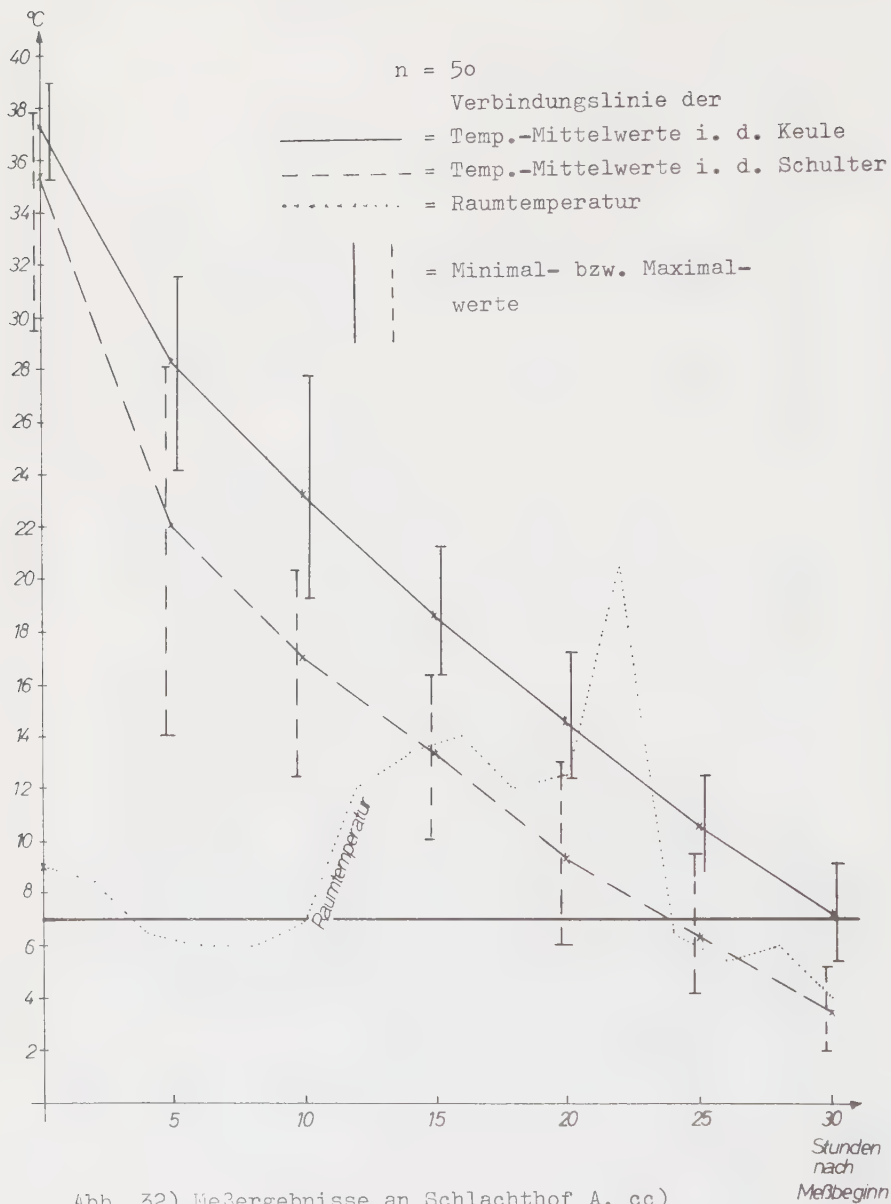
Kapazität etwa 140 Rinder, belegt zu 100%.

Die 11 Verdampfer sind an einer der langen Seiten angeordnet und drücken die Kaltluft gegen die Decke.

Die Tiere wurden etwa eine Stunde nach der fleischbeschaulichen Untersuchung in den Kühlraum geschoben. Ihr Abstand voneinander betrug etwa 5 cm.

Die Ergebnisse gehen aus der Abb. 32 hervor.

Die Tiere wurden nach der Schlachtung und der fleischbeschaulichen Untersuchung in gleichmäßigen zeitlichen Abständen in den Kühlraum geschoben, so daß bei der ersten Messung sich keine großen Unterschiede ergaben zwischen den in der Schulter und in der Keule gefundenen Temperaturen. Die Mittelwerte in der Schulter lagen mit $35,4^{\circ}\text{C}$ und in der Keule mit $37,4^{\circ}\text{C}$ nur wenig unter den physiologischen Werten. Die Differenz betrug $2,0^{\circ}\text{C}$. Nach 5-stündiger Kühlung vergrößerte sich diese Differenz auf $6,5^{\circ}\text{C}$, da die Schultern schneller auskühlten. Nach 30 Stunden Kühlzeit betrugen die Temperaturmittelwerte in der Schulter $3,6^{\circ}\text{C}$, in der Keule $7,2^{\circ}\text{C}$.



2.) Schlachthof B, Kühlraum aa)

Gemessen wurden 180 Schweine.

Größe des Kühlraumes 18 m x 7 m x 5 m.

Kapazität etwa 400 Schweine, belegt zu 100%.

4 Verdampfer sind in der Mitte des Raumes unter der Decke so installiert, daß je 2 die Kaltluft in Richtung der beiden kurzen Seiten in einem Winkel von 45° gegen den Fußboden drücken. Die Beschickung des Raumes erstreckte sich über mehrere Stunden, so daß die ersten Tiere bei Beginn der Messungen bereits etwa 3 Stunden, die letzten aber erst wenige Minuten der Kühlraumtemperatur ausgesetzt waren. Die Tiere hingen so, daß etwa 1 cm Platz zwischen ihnen war.

Die Ergebnisse gehen aus der Abb. 33 hervor.

Die hier gemessenen Schweine wurden nach der fleischbeschaulichen Untersuchung nicht kontinuierlich in den Kühlraum verbracht, sondern hingen unterschiedlich lange Zeit auf den Rohrbahnen zwischen Schlachthalle und Kühlraum. Während dieser Zeit erfolgte ein erstes Auskühlen. Die bei der ersten Messung im Kühlraum gefundenen Temperaturen hatten in der Schulter einen Maximalwert von $39,2^{\circ}\text{C}$ und einen Minimalwert von $19,3^{\circ}\text{C}$ (Mittelwert $30,1^{\circ}\text{C}$), im Schinken lagen die entsprechenden Werte bei $41,3^{\circ}\text{C}$ und $23,6^{\circ}\text{C}$ (Mittelwert $32,5^{\circ}\text{C}$).

Nach 12-stündiger Kühlung betrugen die Temperaturen im Schinken im Mittel $8,3^{\circ}\text{C}$, in der Schulter $7,3^{\circ}\text{C}$.

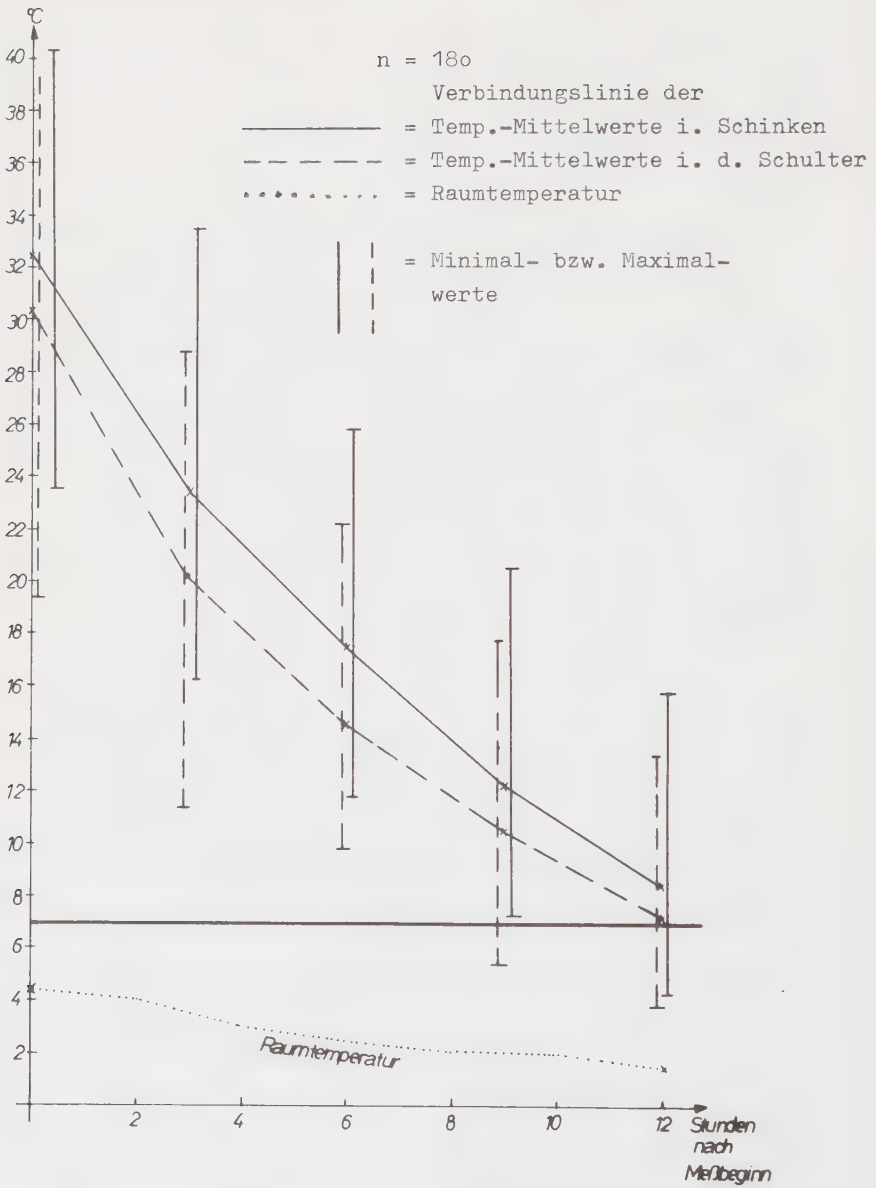


Abb. 33) Meßergebnisse an Schlachthof B, aa)

Schlachthof B, Kühlraum bb)

Gemessen wurden 62 Rinder.

Größe des Kühlraumes 9 m x 17 m x 5 m.

Kapazität etwa 200 Rinder, belegt zu etwa 80%.

Auch in diesem Raum sind die Verdampfer wie unter B, aa) beschrieben angeordnet.

Die Tiere hingen mit unterschiedlich großem Abstand auf der Rohrbahn.

Die Ergebnisse gehen aus der Abb. 34 hervor.

Die Tiere wurden gleich nach der fleischbeschaulichen Untersuchung in den Kühlraum gebracht und hatten zu Beginn der Messungen im Mittel in der Schulter eine Temperatur von $35,8^{\circ}\text{C}$ und in der Keule von $36,7^{\circ}\text{C}$. Keule und Schulter unterschieden sich beim ersten Meßdurchgang im Mittel nur um $0,9^{\circ}\text{C}$. Dieser Unterschied wurde im Laufe der Kühlzeit deutlicher. Die Schultertemperaturen fielen rascher, so daß sie nach 20 Stunden Kühlung bereits unter der $+7^{\circ}\text{C}$ -Grenze lagen. Die Keulen wiesen zu dieser Zeit noch eine Temperatur von $12,4^{\circ}\text{C}$ auf. Zum Schluß der Kühlung nach 27 Stunden betrugen die Mittelwerte der Temperaturen in der Schulter $4,1^{\circ}\text{C}$, in der Keule $7,4^{\circ}\text{C}$.

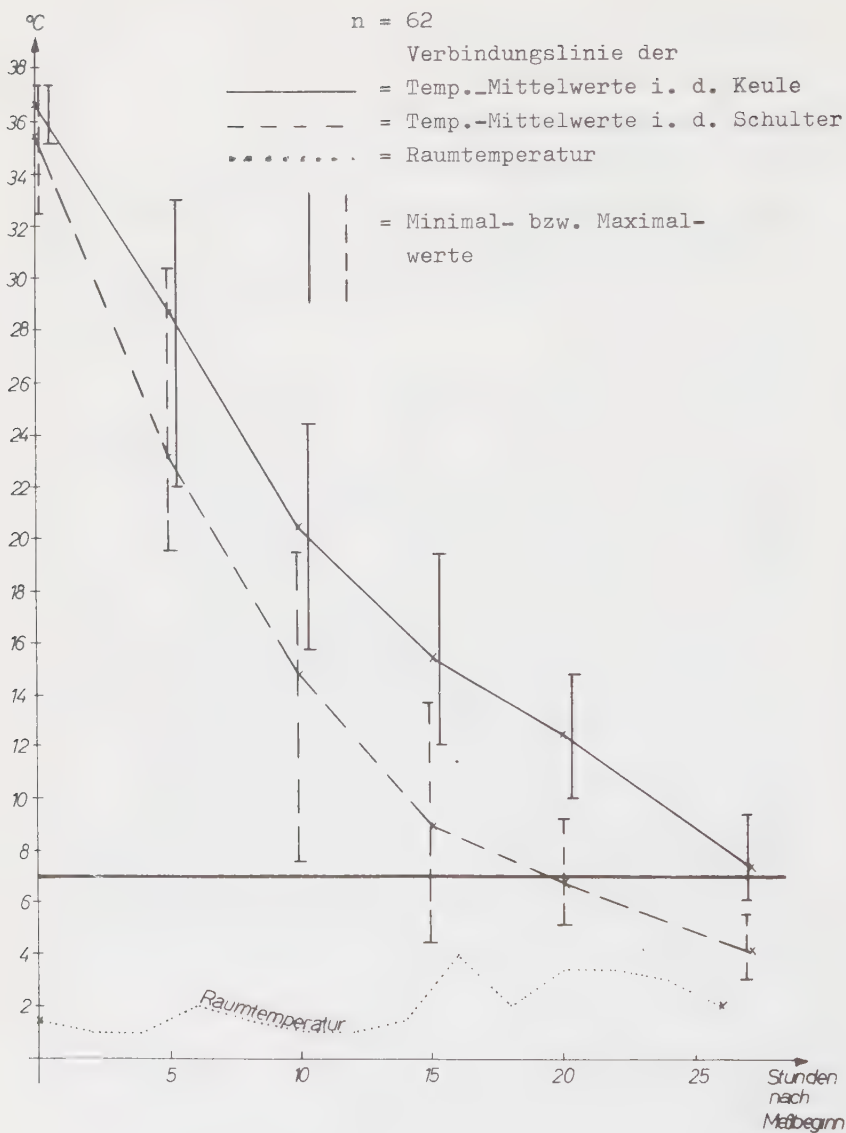


Abb. 34) Meßergebnisse an Schlachthof B, bb)

3.) Schlachthof C, Kühlraum aa)

Gemessen wurden 200 Schweine.

Größe des Kühlraumes 10 m x 13 m x 4 m.

Kapazität etwa 600 Schweine, belegt zu 100%.

Je 5 Verdampfer sind an den gegenüberliegenden langen Wänden so installiert, daß sie die Kaltluft in etwa 1,5 m Höhe parallel zum Verlauf der Rohrbahnen in den Raum drücken.

Die Messungen begannen nach der Beschickung des Raumes, die etwa 3 Stunden Zeit in Anspruch nahm. Die Tiere hingen mit ca. 1 cm Abstand voneinander auf den Rohrbahnen.

Bei diesen Tieren wurde die Rückenhaut (Schwarte) zur Croupengewinnung von den Brustwirbeln an bis zur Mitte des Schinkens in einer Breite von ca. 20 cm entfernt. Die Ergebnisse gehen aus der Abb. 35 hervor.

Die bei der ersten Messung errechneten Mittelwerte lagen in der Schulter mit $26,5^{\circ}\text{C}$ und im Schinken mit $28,3^{\circ}\text{C}$ erheblich unter den physiologischen Werten. Die Temperaturdifferenz zu diesem Zeitpunkt betrug $1,8^{\circ}\text{C}$. Sie verringerte sich im Laufe der 15-stündigen Kühlung auf $0,3^{\circ}\text{C}$, da in diesem Fall die Auskühlrate in den Schultern größer war als in den Schinken (Abb. 37 und 38). Nach dieser Zeit bestand im Schinken eine mittlere Temperatur von $7,4^{\circ}\text{C}$, in der Schulter $7,1^{\circ}\text{C}$.

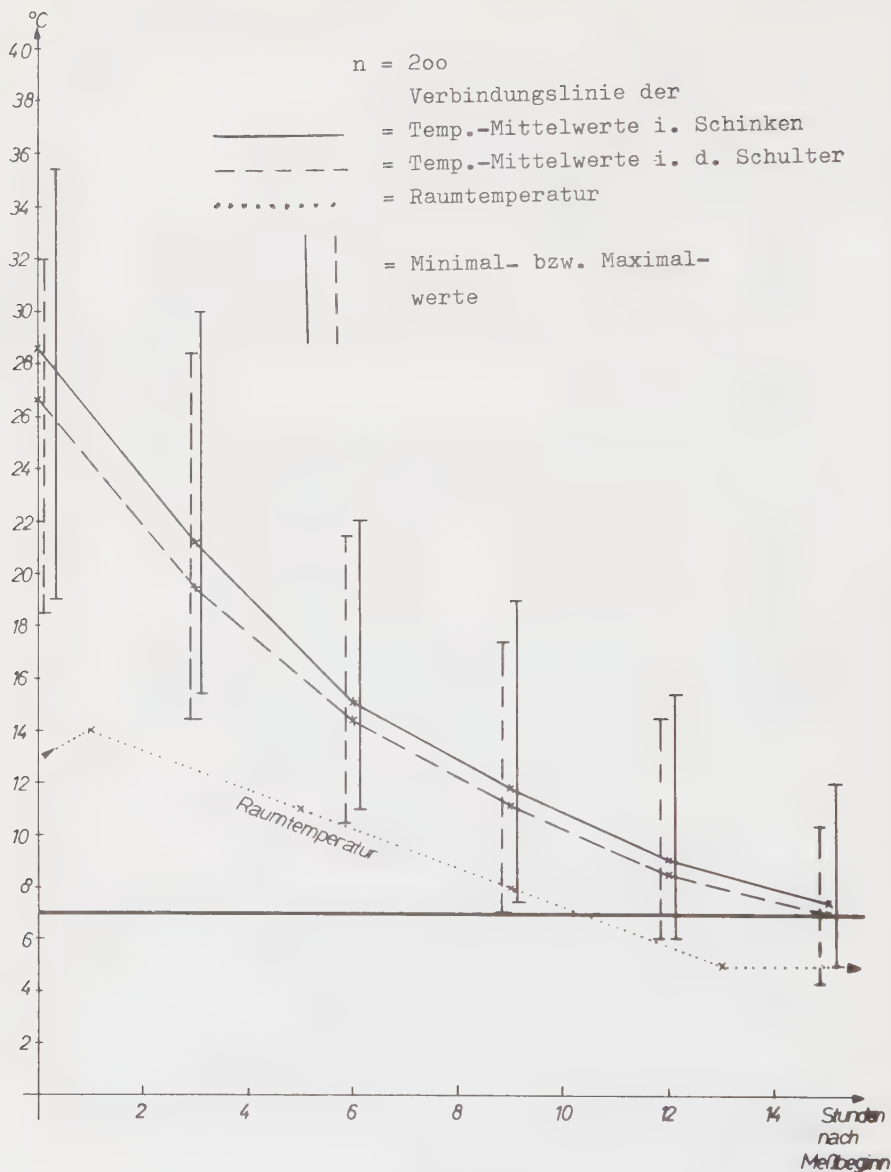


Abb. 35) Meßergebnisse an Schlachthof C, aa)

Schlachthof C, Kühlraum bb)

Gemessen wurden 106 Rinder.

Größe des Kühlraumes 17 m x 14 m x 4 m.

Die Verdampfer sind wie unter C, aa) beschrieben angeordnet. Die Beschickung erfolgte innerhalb von etwa 2 Stunden. Die Tiere hingen größtenteils recht weit auseinander.

Die Ergebnisse gehen aus der Abb. 36 hervor.

Vom Einbringen des ersten Schlachttierkörpers bis zum letzten vergingen etwa 2 Stunden. Während dieser Zeit erfolgte bereits eine Abkühlung, so daß bei der ersten Messung folgende Mittelwerte errechnet werden konnten: in der Keule $35,7^{\circ}\text{C}$, in der Schulter $33,2^{\circ}\text{C}$. Der Raum wurde nach 20 Stunden Kühldauer geöffnet. Bei der letzten Messung, die nach 20 Stunden Kühlung erfolgte, waren die Keulen im Mittel erst auf $11,0^{\circ}\text{C}$ und die Schultern auf $8,6^{\circ}\text{C}$ heruntergekühlt.

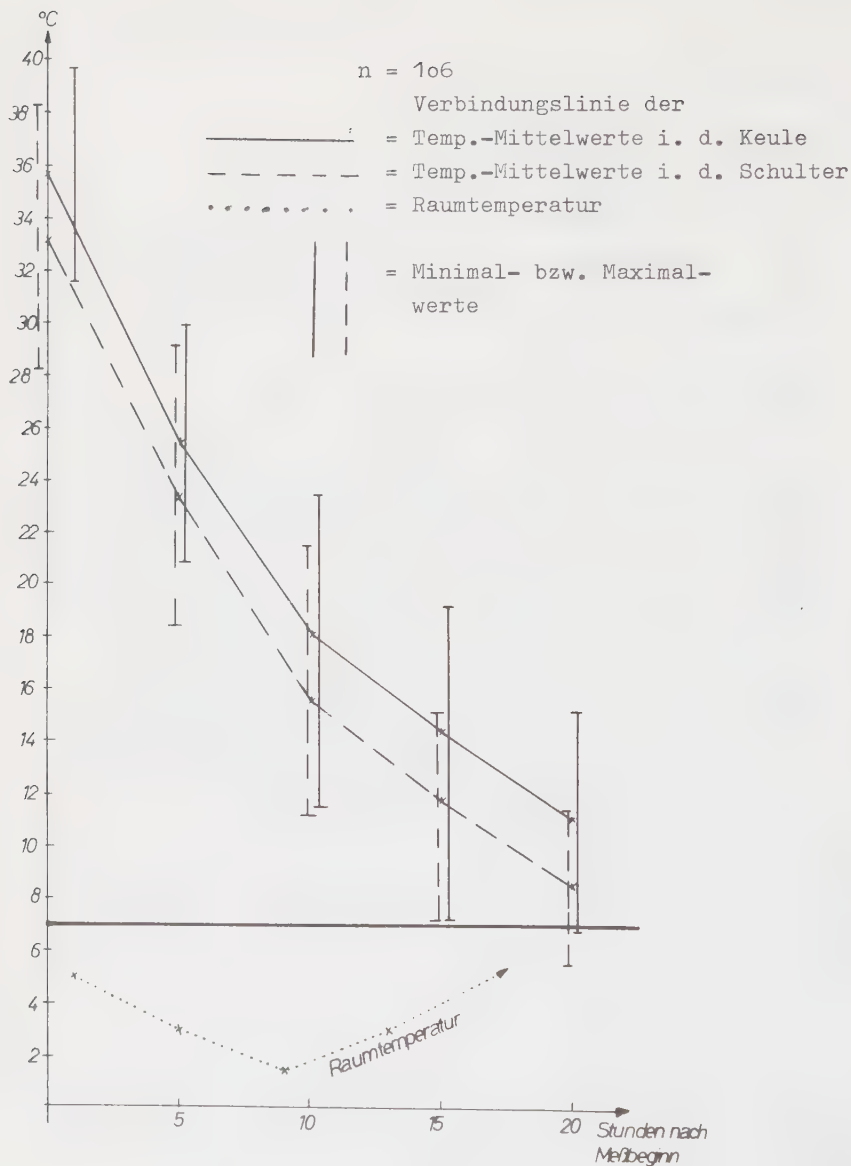


Abb. 36) Meßergebnisse an Schlachthof C, bb)

	nach 3 Std	nach 6 Std	nach 9 Std	nach 12 Std	nach 15 Std
Schlachthof A, aa)	12,9°C	20,8°C	25,9°C	29,6°C	32,5°C
bb)	8,2°C	15,2°C	20,6°C	24,3°C	26,8°C
Schlachthof B, aa)	9,9°C	15,4°C	19,5°C	22,8°C	-----
Schlachthof C, aa)	7,1°C	12,1°C	15,2°C	17,8°C	19,4°C

Abb. 37) Aus dem Verlauf der Kurven abgeleiteter Temperaturabfall nach
x Stunden Kühldauer in den Schultern von Schweinen

	nach 3 Std	nach 6 Std	nach 9 Std	nach 12 Std	nach 15 Std
Schlachthof A, aa)	11,6°C	19,5°C	24,4°C	28,2°C	31,9°C
bb)	8,0°C	14,8°C	26,4°C	24,3°C	27,4°C
Schlachthof B, aa)	9,0°C	14,8°C	20,2°C	24,2°C	-----
Schlachthof C, aa)	7,4°C	13,2°C	16,3°C	19,0°C	20,9°C

Abb. 38) Aus dem Verlauf der Kurven abgeleiteter Temperaturabfall nach
x Stunden Kühldauer in den Schinken von Schweinen

nach 5 Std nach 10 Std nach 15 Std nach 20 Std nach 25 Std

Schlachthof A, cc)	13,4°C	18,0°C	22,0°C	26,0°C	28,9°C
Schlachthof B, bb)	12,4°C	20,9°C	26,8°C	28,9°C	30,9°C
Schlachthof C, bb)	9,9°C	17,5°C	21,4°C	24,6°C	-----

Abb. 39) Aus dem Verlauf der Kurven abgeleiteter Temperaturabfall nach

x Stunden Kühldauer in den Schultern von Rindern

nach 5 Std nach 10 Std nach 15 Std nach 20 Std nach 25 Std

Schlachthof A, cc)	8,9°C	14,3°C	18,7°C	22,5°C	26,7°C
Schlachthof B, bb)	7,8°C	16,1°C	21,2°C	24,3°C	27,9°C
Schlachthof C, bb)	10,2°C	17,5°C	21,4°C	24,7°C	-----

Abb. 40) Aus dem Verlauf der Kurven abgeleiteter Temperaturabfall nach

x Stunden in den Keulen von Rindern

nach Std	<u>60 SCHWEINE</u>		<u>120 SCHWEINE</u>		<u>50 RINDER</u>		
	Schulter	Schinken	Schulter	Schinken	Schulter	Keule	
0	39,6	40,1	33,8	35,6	35,4	37,4	
1							
2	26,7	28,5					
3							
4	21,4	23,2	20,1	22,3	22,0	28,5	
5							
6	16,2	17,8					
7							
8	13,7	15,7					
9							
10	11,4	13,5	11,6	13,4	17,0	23,1	
11							
12	8,8	10,5					
13	7,1	8,2	7,0	8,2	13,4	18,7	
14							
15	5,8	6,9					
16							
17							
18							
19							
20					9,4	14,9	
21							
22							
23							
24					6,5	10,7	
25							
26							
27							
28							
29					3,6	7,2	
30							

Abb. 41) Schlachthof A, Temperatur-Mittelwerte in °C

nach	<u>180 SCHWEINE</u>		<u>62 RINDER</u>	
Std	<u>Schulter</u>	<u>Schinken</u>	<u>Schulter</u>	<u>Keule</u>
0	30,1	32,5	35,8	36,7
1				
2				
3	20,2	23,5		
4				
5			23,4	28,9
6	14,7	17,7		
7				
8				
9	10,6	12,3		
10			14,9	20,6
11				
12	7,3	3,3		
13				
14				
15			9,0	15,5
16				
17				
18				
19				
20			6,9	12,4
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27			4,1	7,4

Abb. 42) Schlachthof B, Temperaturmittelwerte in °C

nach	<u>200 SCHWEINE</u>		<u>106 RINDER</u>	
Std	Schulter	Schinken	Schulter	Keule
0	26,5	28,3	33,2	35,7
1				
2				
3	19,4	20,9		
4				
5			23,3	25,5
6	14,4	15,1		
7				
8				
9	11,3	12,0		
10			15,7	18,2
11				
12	8,7	9,3		
13				
14				
15	7,1	7,4	11,8	14,3
16				
17				
18				
19				
20			8,6	11,0

Abb. 43) Schlachthof C, Temperatur-Mittelwerte in °C

c) Besprechung aller Ergebnisse

Aus den Abbildungen 30 - 36 geht hervor, daß die Raumtemperatur in den Kühlräumen, die nach der Beschickung mit den Schlachttierkörpern zwischen $+1,5^{\circ}\text{C}$ und $+17^{\circ}\text{C}$ lag, in den meisten Fällen kontinuierlich herunterging. Eine Ausnahme hiervon macht der Kühlraum cc) des Schlachthofes A (Abb. 32), in dem nach ca. 21 Stunden die Temperatur auf $+20,5^{\circ}\text{C}$ anstieg. Dies erklärt sich damit, daß die Kühlraumtür geöffnet wurde und der nahe bei der Tür liegende Raumtemperaturfühler die Temperaturänderung sofort registrierte. Dieser Temperaturanstieg blieb jedoch ohne erkennbare Auswirkung auf die Innentemperatur der Schlachttierkörper, die bereits auf ca. $+13^{\circ}\text{C}$ in der Keule und ca. $+9^{\circ}\text{C}$ in der Schulter abgekühlt waren. Nach dem Schließen der Tür fiel die Raumtemperatur wieder auf $+5,5^{\circ}\text{C}$ ab.

In den meisten Fällen kamen die Tierkörper nach der Schlachtung mit einer Innentemperatur von etwa $+33^{\circ}\text{C}$ bis $+37^{\circ}\text{C}$ in die Kühlräume. Im Schlachthof A (Abb. 30 und 41) lag die Innentemperatur der Tierkörper bei der Beschickung im Mittel zwischen $+39,6^{\circ}\text{C}$ in den Schultern und $+40,1^{\circ}\text{C}$ in den Schinken. Diese hohen Anfangstemperaturen sind wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß die Tiere unausgeruht sofort nach dem Transport geschlachtet wurden.

Im Gegensatz dazu hatten die Tierkörper im Schlachthof C (Abb. 35 und 43) nach beendeter Beschickung Temperaturmittelwerte von $+26,5^{\circ}\text{C}$ in der Schulter und $+28,3^{\circ}\text{C}$ in

den Schinken. Diese Tierkörper wurden relativ spät nach der Schlachtung in die Kühlräume gebracht, so daß sie bereits vor der Beschickung durch die Umgebungstemperatur abgekühlt waren.

Da die Rinder gleich nach der Schlachtung in die Kühlräume verbracht wurden, lagen die Mittelwerte der Temperaturen in den Keulen gleich nach der Beschickung zwischen $+35,7^{\circ}\text{C}$ und $+37,4^{\circ}\text{C}$ (Abb. 32, 34, 36, 41 - 43).

Aus den Abbildungen geht weiterhin hervor, daß die Innentemperatur sowohl der Schweine als auch der Rinder gleichmäßig abfiel. Es kann also gesagt werden, daß die Kühlleistung ausreichte. Die höchsten und die niedrigsten gemessenen Einzeltemperaturen (Minimal- bzw. Maximalwerte) lagen allerdings in einigen Fällen wegen der Inhomogenität des Tiermaterials weit auseinander. Sie lagen zum Beispiel auf dem Schlachthof B bei den Schweinen nach 3 Stunden Kühlung zwischen $+16^{\circ}\text{C}$ und $+34^{\circ}\text{C}$ in den Schinken (Abb. 33).

Die Mittelwerte der Temperaturen in den Schinken bzw. in den Keulen lagen in allen untersuchten Fällen über denen der Schultern.

Der Temperaturverlauf bei entschwarteten Schweinen im Schlachthof C (Abb. 35, 37, 38 und 43) zeigte, wie groß der Einfluß der äußeren Haut auf die Innentemperatur bei der Kühlung ist. Es ist deutlich festzustellen, daß beim Fehlen der Schinkenhaut die Temperatur im Schinken schneller sinkt als in der Schulter.

Im allgemeinen wurde bei den Schinken der Schlachtschweine eine Innentemperatur von $+7^{\circ}\text{C}$ im Mittel nicht vor Ablauf von etwa 16 Stunden Kühlzeit erzielt.

Die Kühldauer bis zum Erreichen der $+7^{\circ}\text{C}$ -Grenze hing nach den Untersuchungen offensichtlich von der Größe des jeweiligen Kühlraumes, von der Zahl der darin hängenden Tierkörper, von dem Abstand dieser Tierkörper voneinander sowie von weiteren Gründen ab, die in der Beschaffenheit der Tierkörper selbst liegen.

Das gleiche gilt ebenso für die Tierkörper der Rinder, bei denen erst nach etwa 30 Stunden ein Innentemperatur-Mittelwert in der Keule von $+7^{\circ}\text{C}$ erreicht wurde.

V DISKUSSION

In der Fleischhygienegesetzgebung wird gefordert, daß die Innentemperatur von frischem Fleisch den Wert von $+7^{\circ}\text{C}$ nicht überschreiten darf. An welcher Stelle des Tierkörpers und mit welchem Meßinstrument diese Temperatur gemessen werden soll, wird nicht angegeben.

Bei anderen fleischhygienerechtlichen Bestimmungen werden jedoch entsprechende Angaben gemacht. So wird beispielsweise bei der pH-Wert-Messung vorgeschrieben, daß die Messung im "großen Rückenmuskel in Höhe der dreizehnten Rippe" zu erfolgen hat (MindV, Anlage 1 Kapitel II Abschnitt 4, 5).

Genaue Angaben über das für die pH-Wert-Messung zu verwendende Meßinstrument werden allerdings auch hier nicht gemacht. Daß die rechtliche Möglichkeit, bestimmte Eigenschaften eines Meßinstrumentes vorzuschreiben, aber besteht, zeigt die Bestimmung, daß die Trichinenschau nur mit ganz bestimmten, vorgeschriebenen Trichinoskopen durchgeführt werden darf.

Durch die vorliegende Arbeit sollte herausgefunden werden, ob es notwendig ist, die Meßstelle und das Meßinstrument für die Temperaturermittlung vorzuschreiben.

BUFE (1970) und LEISTNER et al. (1975) haben mit elektrischen Temperaturmeßinstrumenten gearbeitet und ihre positiven Erfahrungen beschrieben. LEISTNER et al. (1975)

weisen jedoch darauf hin, daß sie die Genauigkeit nicht vergleichend untersucht haben.

Bei der vergleichenden Untersuchung von 13 im Handel erhältlichen Thermometern, die für die Messung von Kerntemperaturen in Fleisch vorgesehen sind, zeigten sich mitunter ganz erhebliche Abweichungen von dem geeichten Vergleichsthermometer (Abb. 19, 24 - 26, 28). Die größte Abweichung wurde festgestellt, als ein Gerät bei $+10^{\circ}\text{C}$ einen Wert von $+17,5^{\circ}\text{C}$ anzeigte (Abb. 26). Eine offensichtbare Formveränderung des Temperaturfühlers war nur bei dem Gerät zu sehen, das in Abb. 5 dargestellt ist. In den VDE/VDI-Richtlinien (1967) werden neben der Beschreibung des Aufbaues und der Wirkungsweise der Thermometer auch Einflüsse genannt, die sich nachteilig auf die Funktionstüchtigkeit von Temperaturmeßinstrumenten auswirken. So wird angeführt, daß zum Beispiel Verformungen am oder im Temperaturfühler oder chemische Beanspruchung die Meßgenauigkeit stark beeinträchtigen. Ob außer der erwähnten Verformung ein anderer nachteiliger Einfluß auf die Testgeräte einwirkte, war ohne weitere technische Überprüfung der Geräte nicht zu ermitteln. Es wurden bewußt Instrumente untersucht, die für die sofortige Anwendung in der Praxis bestimmt oder bereits dort eingesetzt waren.

Die Annahme, daß Instrumente mit großem Anzeigebereich ungenauer anzeigen als solche mit kleinerem Bereich, erwies sich als unzutreffend. So zeigte es sich, daß von

den 13 untersuchten Thermometern nur zwei zuverlässig und in der Praxis verwendbar waren: das "Comark 3001" (Abb. 6 und 22), das mit ca. 1100°C den größten Anzeigebereich hat, und das "Tastotherm P 200" (Abb. 11 und 27).

Die große Unzuverlässigkeit bei der Mehrzahl der geprüften Thermometer läßt es als notwendig erscheinen, bestimmte Eigenschaften von Temperaturmeßinstrumenten vorzuschreiben, die in gewissen Abständen mit einem geeichten Thermometer überprüft werden sollten.

Der Temperaturverlauf im geschlachteten Tierkörper erfolgt wie der pH-Wert-Verlauf nach eigenen Regeln. Während man im Fleischhygienerecht auf den unterschiedlichen pH-Wert-Verlauf einging, indem ein einheitlicher Meßpunkt angegeben wurde, vermißt man beim Temperaturverlauf die Angabe einer solchen Meßstelle.

BOULTON et al. (1971) und KOSTAROPOULOS et al. (1975) stellten fest, daß bei gegebener Kühlraumtemperatur und Kühlzeit die Auskühlgeschwindigkeit der Tierkörper beeinflusst wird vom Umfang der Muskelgruppe, vom subkutanen sowie vom inter- und intramuskulären Fettgehalt und vom Wasserbindungsvermögen des Fleisches.

Es war so zu erwarten, daß die dicksten Muskelpartien als letzte auskühlen. Diese Erwartung läßt sich unter Laborbedingungen durch Einzeluntersuchungen bestätigen. Es sollte aber festgestellt werden, ob diese Erwartung auch unter Praxisbedingungen noch erfüllt wird.

PAWLIK (1974) konnte in diesem Zusammenhang nachweisen,

daß trotz der rechtlichen Bestimmungen im Sommer 60% der Schweine und 73% der Rinder, die er in dem Zerlegebetrieb eines Versandschlachthofes untersucht hatte, höhere Temperaturen als $+7^{\circ}\text{C}$ aufwiesen. Dabei hatten die Schinken bzw. die Keulen und an zweiter Stelle die Schultern immer die höchsten Temperaturen.

Diese beiden Muskelgruppen boten sich also nach BOUTON et al. (1971), KOSTAROPOULOS et al. (1975) und PAWLIK (1974) an, als mögliche Meßpunkte in Betracht gezogen zu werden.

Um nun eine der beiden Muskelgruppen als verbindliche Meßstelle nennen zu können, wurde untersucht, welche Einflüsse betrieblicher Art in der Praxis den einen oder anderen Meßpunkt als geeigneter erscheinen zu lassen.

Um der Allgemeingültigkeit dieser Frage gerecht zu werden, wurden die Untersuchungen nicht an einem Modellfall unter Laborbedingungen, sondern an 560 Schweinen und 218 Rindern unter Praxisbedingungen an drei EG-Schlachthöfen in der BRD durchgeführt. Es zeigte sich dabei, daß neben der Kühlraumtemperatur und der Kühldauer verschiedene betriebliche Verhältnisse den Temperaturverlauf je Zeiteinheit in den ausgewählten Muskelgruppen beeinflussten.

So spielte es unter anderem eine wichtige Rolle, wie dicht die Tierkörper in den Kühlräumen nebeneinander hingen, wo die Verdampfer angeordnet waren und ob die Tierkörper nach der fleischbeschaulichen Untersuchung noch weiter behandelt wurden, wie dies im Fall des Schlachthofes C mit der Croupengewinnung erfolgte (Abb. 35, 38 und 43).

In mehrerer Hinsicht weichen die Angaben in der Literatur von den in der Praxis vorgefundenen Verhältnissen ab. Die in den VDI-Richtlinien (1967) gegebenen Definitionen können demnach nur als Anhaltswerte angesehen werden, zumal Luftfeuchtigkeit und Luftbewegung nicht an allen Schlachthöfen gemessen werden. Darüberhinaus wurden die in diesen Definitionen und die von WIRTH et al. (1975) angegebenen Auskühlzeiten bei den vorliegenden Untersuchungen in jedem Fall überschritten. Die von HAMM (1972) gestellte Forderung, daß die Kühlkapazität der Schlachtkapazität angepaßt sein müsse, um eine vorschriftsmäßige Kühlung zu erzielen, ist nicht immer zu erfüllen. Gerade der zur Zeit herrschende Viehfuttermangel und das daraus resultierende hohe Schlachttieraufkommen übersteigen die Kühlkapazität und zwingen zu Überbelegungen der Kühlräume, die nicht mehr in Einklang zu bringen sind mit den von DAUSER et al. (1968) und LANG (1972) gemachten Angaben über die normale Belegungsdichte.

Abgesehen von wenigen Ausnahmen, bei denen die Innentemperatur in der Schulter infolge eines oder mehrerer der genannten Einflüsse geringfügig höher lag als in der Schinken- bzw. Keulenmuskulatur, konnte festgestellt werden, daß die Temperaturen in der Schinken- bzw. Keulenmuskulatur mit mehr oder weniger großer Deutlichkeit immer als letzte dem Wert von $+7^{\circ}\text{C}$ nahekamen (Abb. 30 - 36 und 41 - 43). Dabei wurden die von WIRTH et al. (1972) genannten Zeiten bei weitem nicht erreicht.

Es erscheint nach den Erkenntnissen bereits mehrfach genannter Autoren und den eigenen Untersuchungen auch in der Frage des Meßpunktes als notwendig, im Gesetzestext klare Angaben zu machen.

Wenn sich auch die Schinken- bzw. Keulenmuskulatur als der geeignete Meßpunkt erwiesen hat, bleiben zwei Probleme bestehen. Es kann nämlich wegen der unterschiedlichen Abmessungen nicht definitiv angegeben werden, wie tief der Temperaturfühler einzustechen ist. Als sinnvoll erscheint die Anweisung, daß "möglichst bis in den Mittelpunkt der Muskelgruppe" eingestochen werden soll. So wurde bei den Untersuchungen verfahren.

Zum anderen ist es relativ schwierig, bei den sehr hoch hängenden Rinderhälften an den Meßpunkt zu gelangen. Aus diesem Grund wäre es sinnvoller, bei Schlachtrindern die Temperatur in der Schulter zu messen, wobei ein entsprechend tieferer Temperaturwert von $+3^{\circ}\text{C}$ gefordert werden sollte. Nach den Untersuchungen wäre dann eine Temperatur von $+7^{\circ}\text{C}$ in der Keule gewährleistet.

HEINZ (1975) stellte fest, daß die Temperaturvorschriften keine Anwendung finden im nicht grenzüberschreitenden Verkehr mit frischem Fleisch. Da aber in EG-Schlachthöfen erschlachtetes Fleisch auch in Westberlin und in der BRD in den Verkehr gelangen kann - also nicht exportiert zu werden braucht - , bleibt die Frage strittig, ob Fleisch, das den EG-Stempel trägt, in jedem Fall den Temperaturvorschriften zu unterwerfen ist.

VI ZUSAMMENFASSUNG

1.) Es wurden 13 im Handel erhältliche Thermometer im Vergleich mit einem geeichten Quecksilberthermometer geprüft.

Ein großer Teil der untersuchten Instrumente wich um mehrere °C von der Ist-Temperatur ab. Nur zwei Instrumente stellten sich als zuverlässig heraus.

2.) An drei EG-Schlachthöfen in der BRD wurde unter Praxisbedingungen während der Kühlung der Abfall der Innentemperatur in der Schinken- bzw. Keulenmuskulatur sowie in der Schultermuskulatur von 560 Schlachtschweinen und 218 Schlachtrindern verfolgt.

Abgesehen von Einzelfällen konnte beobachtet werden, daß die massige Muskulatur des Schinkens bzw. der Keule deutlich langsamer auskühlt als die Schultermuskulatur.

3.) Aufgrund der Untersuchungen wird es für notwendig erachtet, daß

- a) bestimmte Eigenschaften für Thermometer, die bei der Überwachung der Innentemperatur von frischem Fleisch im Rahmen der Fleischhygienegesetzgebung benutzt werden sollen, gefordert werden,
- b) die Temperatur bei Schlachtschweinen im Schinken und
- c) die Temperatur bei Schlachtrindern in der Schulter zu messen ist, wobei in diesem Fall die Temperatur auf +3°C festgelegt wird.

SUMMARY

1.) 13 commercially available thermometers were tested and compared with a standardized mercury thermometer.

A high percentage of the thermometers tested displayed readings diverging appreciably from the standard. Only two of the tested thermometers were found to be reliable.

2.) The decline in the temperature in the ham, rump and shoulder musculature was measured under field conditions during the cooling process in 560 swine and 218 cattle in three EEC- (common market) abattoirs in the Federal Republic of Germany.

It was observed that, with a few exceptions, that the cooling process in the massive musculature of the ham and the rump takes considerably more time than in the shoulder.

3.) Based on the results of the testing, the following points are recommended:

- a) that certain specifications be required for thermometers to be used for the supervision of the internal temperature of fresh meat within the framework of the meat hygiene laws,
- b) that the temperature of slaughtered swine should be measured in the ham and
- c) that the temperature of slaughtered cattle should be measured in the shoulder, in which case the temperature is fixed on $+3^{\circ}\text{C}$.

VII LITERATURVERZEICHNIS

- BAILEY, C. Factors affecting rate of cooling and evaporation
Symposium in Langford/Engl.
18. April 1972
- BARTELS, H. Paßt sich die Fleischhygiene dem Verbraucherbedürfnis an?
Fleischwirtschaft 51, 449-451
(1971)
- BARTELS, H. Verlängerung des Frischezu-
KLARE, H.-J. und stands beim Verderb portio-
WÖHNER, P. nierten Frischfleisches
Fleischwirtschaft 52, 816-818
(1972)
- BARTELS, H. Kühlen und Gefrieren frisch
erschlachteten Fleisches:
müssen wir umdenken?
Fleischwirtschaft 55, 885-886
(1975)
- BENKEN, C. Über den Bakterienbefall der
Fleischoberfläche des Rindes
während des Ausschlachtens
Vet-med. Diss. Berlin 1962

- BOUTON, P.E. Effect of ultimate pH upon
HARRIS, P.V. and the water-holding capacity
SHORTHOSE, W.R. and tenderness of mutton
J. Food Sci. 36, 435-439 (1971)
- BRUIN, J.J.M. de Het bepaalen van de lichaams-
 temperatuur bij slachtdieren
 langs elektrische weg
Tijdschr. Diergeneesk. 80,
709-717 (1955)
- BUFE, H. Elektrische Temperaturmessung,
 ein Fortschritt in der Praxis
Tierärztl. Umsch. 25, 534-535
(1970)
- CHAUMET, J. persönl. Mitteilg. (1975)
- CLEMENT, P. Die Schnellkühlung des Flei-
 sches
Schlacht-Viehhofztg. 67,
424-429 (1967)
- DAUSER, A. Kälteanlagen in Schlachthöfen
HARTMANN, H./HINTZE und Techn. Informationen Kälte
ZIMMERMANN, G. Fa. Linde Nr. 17, 5-7, 15-17
 (1968)

- DUTSCHKE, G. Fleischhygienerecht 1975
Verl. Parey, Berlin, Hamburg
1975
- ELMOSSALAMI, E. Nimmt der Oberflächenkeim-
gehalt von Schlachtrindern
im Kühlraum zu?
Vet-med. Diss. Berlin 1957
- EMBLIK, E. Der Verdunstungsvorgang bei
Schnellkühlung von Fleisch
Schlacht-Viehhofztg. 64,
359-361 (1964)
- HAMM, R. Kolloidchemie des Fleisches
Verl. Parey, Berlin, Hamburg
1972
- HEINZ, G. Wie groß sollen Kühlräume
in Fleischfachgeschäften
und Fleischabteilungen von
Lebensmittelgeschäften sein?
Fleischwirtschaft 53,
1499-1500 (1973)

- ders. Warmverladung von Schweine-
hälften?
Fleischwirtschaft 55, 761-762
(1975)
- HONIKEL, O. Probleme bei der Kühlung von
Fleisch aus biochemischer
Sicht
Fleischwirtschaft 55, 888-890
(1975)
- HOPPE, P.P. persönl. Mitteilg. (1975)
- HORNUNG, H. Temperaturkontrolle im Konser-
venbehältnis
Fleischwirtschaft 53, 1185-1190
(1973)
- INGRAM, M. Probleme bei der Kühlung
von Fleisch
Arch. Lebensmittelhyg. 24,
269-272 (1973)
- JAHNKE, K. Von Temperaturen - Wärme und
ihre Messung
Fleischerei 25, 33-35 (1974)

- JOHNE, H. Die Vermehrung der Salmonellen bei tiefen Temperaturen
Vet-med. Diss. München 1961
- KOSTAROPOULOS, R.E.
SPIESS, W.E.L. and
WOLF, W. Anhaltswerte für die Temperaturleitfähigkeit von Lebensmitteln
Lebensm. Wiss. u. -Technol. 8,
108-110 (1975)
- KUPRIANOFF, J. Neuere Erkenntnisse über die Veränderungen von Fleisch beim Kühlen und Gefrieren
Kältetechnik 4, 156-165 (1952)
- LANG, O. Der Einfluß der Schlachtverhältnisse auf die Betriebsbedingungen der Kälteanlagen
Schlacht-Viehhofztg. 64,
361-366 (1964)
- ders. Die maschinentechnische Ausstattung des modernen modernen Schlachthofes
Schlacht-Viehhofztg. 70,
135-137 (1970)

- ders. Der kommunale und der Versand-Schlachthof
Schlacht-Viehhofztg. 72,
322-324 (1972)
- LAWRIE, R.A. Fleischkunde
BLV Verlagsgesellschaft München, Basel, Wien (1970)
- LEISTNER, L. Transportable Meßgeräte für
RÖDEL, W. und Fleisch verarbeitende Betriebe
WIRTH, F. Fleischwirtschaft 55, 190-193
(1975)
- LERCHE, M. Lehrbuch der tierärztlichen
RIEVEL, H. und Lebensmittelüberwachung
GOERTTLER, V. Verl. Schaper, Hannover 1957
- LIBBY, J.A. Meat Hygiene
Verl. Lea & Febiger, Philadelphia 1975
- LUDWIG, E. Über das Vorkommen von psychrotoleranten Bakterien, insbesondere von Pseudomonasarten, auf der Oberfläche von Fleisch frischgeschlachteter Rinder
Vet-med. Diss. Hannover 1964

- NIEDEREHE, H. Die derzeitigen Abkühlverfahren
und ihre Anwendung
Fleischwirtschaft 47, 597-600
(1967)
- N.N. (1973) Informationen
Elektrisches Fieberthermometer
Med. Klin. 68, 3 (1973)
- N.N. (1976) Nahrungsmittel-Verbrauch in
der Bundesrepublik Deutschland
Schlacht-Viehhofztg. 76, 341
(1976)
- OSTERTAG, R. von und Lehrbuch der Schlachttier-
SCHÖNBERG, F. und Fleischuntersuchung
Verl. Enke, Stuttgart 1955
- PAWLIK, S. Mindestanforderungen an Tem-
peratur und pH-Wert für Schwei-
ne- und Rindfleisch nach der
EWG-Richtlinie Frisches Fleisch
vom 14. XII. 1970 und ihre
Durchführung in der Praxis
Vet-med. Diss. Hannover 1974

- ders. Lebend- oder Totvermarktung? -
Lebendversand oder Fleischver-
sand? Nein, Lebendvermarktung
und Totversand!
Arch. Lebensmittelhyg. 11,
258-259 (1960)
- SENCZEK, D. Die Fleischreifung im Folien-
beutel
Ernährungsumschau 20, 77-78
(1973)
- SINELL, H.-J. und SHAMMAA, Z.A. Neuzeitliche Kühlungs- und
Transportprobleme bei Schweine-
fleisch
IX. Confer. Europ. Meat Res.
Workers, Budapest 1963
- TAMM, W. Schockkühlung?
Fleischwirtschaft 55, 890-896
(1975)
- TÄNDLER, K. Rindfleischreifung unter Dehn-
folien-Umhüllung
Fleischwirtschaft 53, 674-679
(1973)

- ders. Verfahren für verlustarme
Rindfleischreifung
Fleischwirtschaft 53, 1563-1574
(1973)
- ders. Amtliche Haltbarkeitsfristen
für vorverpackte Fleisch- und
Wurstwaren
Fleischwirtschaft 55, 1394-1395
(1975)
- THEILE, H. Untersuchungen über die Haft-
und Überlebensfähigkeit, die
Vermehrungsfähigkeit und die
Bewegungsaktivität von Salmonel-
len im Fleisch von Schlachttie-
ren bei Kühlhaustemperaturen
Vet-med. Diss. Berlin 1970
- VDE/VDI- Technische Temperaturmessungen
RICHTLINIEN VDE/VDI 3511, Februar 1967
- VDI-RICHTLINIEN Begriffliche Grundlagen in der
Fleischwirtschaft
Kälteanwendung bei Fleisch und
Fleischwaren
VDI 2656 Bl. 2, August 1967

WEYHE, D. und
BENNDORF, E.

Zur Haltbarkeit des Aujeszky-
Virus in Schlachtprodukten
von infizierten Schweinen unter
Kühlhausbedingungen
Mhefte Vet-Med. 25, 236-239
(1970)

WIRTH, F.
LEISTNER, L. und
RÖDEL, W.

Physikalische Richtwerte für
die Fleischtechnologie
I. Mitteilung
Fleischwirtschaft 55, 1188-1196
(1975)

WISMER-PEDERSEN, J. und
BRISKEY, E.J.

Der Einfluß von Temperatur und
pH-Wert auf die Qualität von
Schweinefleisch
Fleischwirtschaft 13, 273-281
(1961)

Herrn Prof. Dr. Norbert Retzlaff danke ich für die Überlassung des Themas und die mir stets gewährte Hilfe sehr herzlich.

Ferner danke ich Herrn Dr. Franz-Josef Kretschmer und Herrn Franz-Ferdinand Bruss für die Unterstützung bei der Auswertung der Untersuchungsergebnisse.

Auch den Herren Tierärzten der Schlachthöfe in Bremerhaven und Stuttgart danke ich sehr herzlich für ihr großzügiges Entgegenkommen, das mir die Durchführung der Untersuchungen erst ermöglicht hat.

Lebenslauf

Ich, Wolfgang Simmon, wurde am 6. Mai 1942 als Sohn des Juristen Dr. Hans Simmon und seiner Frau Maria, geb. Kaiser in Magdeburg geboren.

Nach der Zeit der Grundschuljahre, die ich in mehreren Städten Deutschlands erlebte, besuchte ich ab 1953 das Staatliche, altsprachlich - humanistische Gymnasium in Dortmund. 1960 erlangte ich die Mittlere Reife und begann eine kaufmännische Lehre. Nach Abschluß dieser Lehre und weiteren 3 Jahren Tätigkeit in dem erlernten Beruf entschloß ich mich, das Abitur nachzuholen.

Ich besuchte ab November 1966 das Abendgymnasium der Stadt Dortmund. Im Januar 1970 bestand ich dort das Abitur.

Vom 15. April 1970 an studierte ich an der Freien Universität Berlin Tiermedizin. Im SS 1971 und WS 1971/72 war ich Mitglied der Ausbildungskommission und des Zulassungsausschusses. Von Oktober 1972 bis März 1974 war ich als studentische Hilfskraft in der Pferdeklinik tätig.

Nach 5 Jahren Studienzeit bestand ich am 15. April 1975 den letzten Teil des Staatsexamens. Am 20. Juni 1975 erhielt ich meine Bestallung.

